VISIT…

АНАТОМИЯ

Я ПОЗНАЮ МИР

УДК 611(031)
ББК 28.706я2+28.66я2
Я11

Автор *А. В. Пахневич*

Художники *Т. С. Проказина, Ю. А. Станишевский, К. В. Макаров, Т. В. Кравченко, А. А. Румянцев*

Я познаю мир. Анатомия: энцикл./А.В. Пахневич; худож. Т.С. Проказина, Ю.А. Станишевский, К.В. Макаров и др.– М.: АСТ: Астрель; Владимир: ВКТ, 2009.– 382, [2] с.: ил.

Я11

ISBN 978-5-17-058543-4 (АСТ)(ЯПМ)
ISBN 978-5-271-23374-6 (Астрель)
ISBN 978-5-226-01165-8 (ВКТ)
Оформление обложки *Ю.А. Станишевского*

ISBN 978-5-17-058544-1 (АСТ)(ЯПМ-2)
ISBN 978-5-271-23375-3 (Астрель)
ISBN 978-5-226-01166-5 (ВКТ)
Серийное оформление обложки *А.Д. Попова*

Новый том энциклопедии «Я познаю мир» посвящен анатомии и физиологии человека и животных. Автор подробно и увлекательно рассказывает о строении и работе различных органов и систем, их эволюционной истории, болезнях и методах их лечения. Отдельная глава посвящена непростой истории анатомии как науки. Большое внимание уделяется современным проблемам науки и медицины: клонированию, лечению генетических заболеваний, современным методам исследований. Издание снабжено указателем.

УДК 611(031)
ББК 28.706я2+28.66я2

Подписано в печать 26.02.2009 г.
Формат 84x108$^{1}/_{32}$. Усл. печ. л. 20,16.
С.: (ЯПМ) Тираж 5 000 экз. Заказ № 1051и.
С.: (ЯПМ-2) Тираж 5 000 экз. Заказ № 1051и.

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 953000 – книги, брошюры

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.60.953.Д.014255.12.08 от 23.12.2008 г.

© ООО «Издательство Астрель», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Анатомия занимается изучением внутреннего строения всех живых существ, в том числе человека. В переводе с греческого слово «анатомия» означает «рассечение», «расчленение». Как наука она зародилась много веков назад — в далёкой Античности. Уже тогда знания анатомии были нужны первым врачам и естествоиспытателям, пытавшимся понять устройство Природы и место каждого её творения.

Но интерес к тому, как устроены животные и человек, возник ещё у первобытных людей. Прежде всего, конечно, анатомические знания требовались охотникам, для них они были просто жизненно необходимыми. Но, думается, даже у первобытных людей, непрерывно боровшихся за выживание, интерес к строению животных и самих себя был не только практическим: во все времена находились люди-исследователи, жаждавшие знаний просто потому, что им было «интересно».

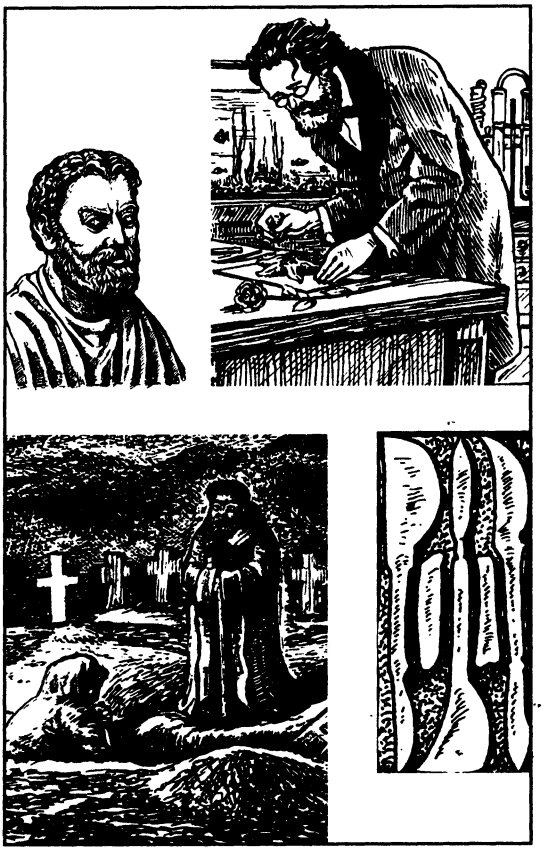
Обычно, говоря «анатомия», мы подразумеваем строение человека. Но анатомия есть и у животных, в том числе таких примитивных,

как черви или медузы. В этой книге мы предлагаем вам познакомиться со строением человека и животных и посмотреть, откуда произошли многие особенности нашего организма, как совершенствовалось строение животных в процессе эволюции и какие удивительные превращения и приключения происходили с различными органами.

В нашем путешествии мы обязательно совершим экскурс в мир генов, клеток, отдельных тканей и органов, а также некоторых способностей человеческого тела. Ведь анатомия связана с такими науками, как цитология (наука о клетках), гистология (наука о тканях), физиология (наука о процессах, происходящих в клетках, тканях и органах), биохимия (наука о химических веществах, из которых состоят живые организмы), генетика (наука о наследственности) и т. д. Нельзя обойти молчанием и длительную историю анатомии.

Некоторые считают, что анатомия — довольно сухая наука. Действительно, большинство вещей в ней приходится просто зазубривать. Но многие считают её необыкновенно увлекательной. Хотя бы потому, что ответов в анатомии по-прежнему гораздо меньше, чем вопросов, и что строение нашего организма хранит множество тайн, — некоторые из них, быть может, никогда не будут раскрыты. Но это, пожалуй, делает анатомию только более увлекательной.

ИСТОРИЯ АНАТОМИИ



Клавдий Гален
Уильям Гарвей
Фредерик Рюйш
Кунсткамера
Итальянская школа анатомов XVI века
Марчелло Мальпиги
Авиценна
Андреас Везалий
Илья Ильич Мечников
Хирургические операции в древности
Хирурги на любой вкус

КЛАВДИЙ ГАЛЕН

Даже издалека, не подходя близко к стенам каменного цирка города Пергама, можно было расслышать гул и отдельные крики, густой какофонией просачивавшиеся наружу. На арене происходила жестокая схватка между львом и двумя гладиаторами, плененными на северных границах великой Римской империи. Исход битвы был известен заранее: выиграть бой у этого матерого льва ещё никому не удавалось. Вот и теперь, спустя некоторое время, с арены вынесли сначала тело первого гладиатора, а затем появилась группа людей, которая несла второго несчастного. Но эти люди шли быстрым шагом, потому что гладиатор был ещё жив. Он иногда поднимал окровавленную голову, но, не в силах её держать, опускал снова на руки несущих и в конце концов потерял сознание.

Кто-то крикнул: «Галена, зовите Галена!» Его поддержали: «Где Гален?»

Конечно, кто ещё мог на заре новой эры лучше врачевать гладиаторов и спасать войско от чумы? Только Клавдий Гален, греческий врач, который, помимо всего прочего, был виднейшим анатомом Античности.

Гален родился в г. Пергаме в 130 году н. э. (по другим источникам — в 129). Как и подобает образованным грекам, он с юности серьезно увлекся философией. Ведь в то время для постижения окружающего мира первой

Клавдий Гален

и основополагающей наукой была именно философия.

Гален получал образование в различных городах Римской империи. За свою жизнь он побывал и в Риме, и в Смирне, и в Александрии Египетской, и в Афинах. И где бы он ни был, за ним следовала слава прекрасного врачевателя. Особенно важна была для него как анатома поездка в Александрию. Ведь там можно было проводить вскрытие трупов и изучать строение человеческого тела. В других частях империи это жестоко преследовалось.

Гален мог не только поставить диагноз и перевязать тяжелую рану, но и приготовить из нескольких компонентов действенное лекарство. Слава Клавдия Галена дошла до самого императора Марка Аврелия.

Но остановимся подробнее на деятельности Галена как анатома. По его воззрениям, в основе всего живого мира, являясь его движущей силой, лежала пневма. Находилась она и в теле человека, наполняя его. По Галену, существует несколько разновидностей пневмы.

Проводя редкие вскрытия умерших людей и изучая строение животных, Гален сделал заключение о строении скелета, нервной и кро-

веносной систем, мышц. В отношении нервной системы Гален сделал очень важные открытия о функциях головного и спинного мозга, нервов. Он считал мозг центром двигательной активности и чувствительности, а также душевной деятельности. Гален доказал, что артерии наполнены кровью, а не пустотелы, но при этом считал, что кровеносная система начинается из печени. К сожалению, как позже оказалось, в работах Галена были нередки и ошибки, и описание несуществующих особенностей строения некоторых органов. Не следует строго судить за это греческого анатома, ведь его выводы зачастую формировались после вскрытия животных (обезьян, быков, свиней), а не людей, так как делать это было почти невозможно. Тем не менее работы Клавдия Галена

Клавдий Гален оказывает помощь гладиатору

стали основополагающими для всех анатомов и врачей вплоть до эпохи Возрождения. Ничего лучшего не мог предложить никто. Не случайно его важнейший труд «Об анатомии» в 16 томах был переведен на многие языки и даже дошел до нас, правда частями: некоторые книги на греческом языке, а большинство на арабском. Если бы книги не перевели на арабский, до наших дней они бы не дошли.

О жизни Галена мы имеем некоторые сведения за счет работы самого анатома — каталога собственных сочинений, то есть, по сути дела, из первой автобиографии.

И все же из 400 трактатов Галена до наших дней дошло всего около сотни. Тем не менее значимость и одной четвертой части работ великого греческого анатома и врача ценится даже в современной медицине. Ведь часть медицинских и анатомических названий и понятий, введенных Галеном, сохранилась до сих пор.

Заслужив славу и почести, завершив огромное множество трудов, Гален вернулся в Пергам и умер в 200 году.

УИЛЬЯМ ГАРВЕЙ

В огромном зале Падуанского университета сидело множество слушателей. Большинство из них с неподдельным вниманием слушали лектора. Зал наполнял шум шуршащих перьев. На фоне этого раздавался мощный голос

лектора. Им был знаменитый анатом того времени Джероламо Фабриций из Аквапенденте (иногда его называют просто Фабриций д'Аквапенденте). Размеренно прохаживаясь рядом с кафедрой, он рассказывал о строении кровеносной системы человека. Изредка он обращался к слушателям или иллюстрировал свой рассказ рисунками.

— Вены представляют одно из вместилищ нашей крови, по которым она движется.

Вдруг он перестал прохаживаться, остановился и обратился к залу:

— Недавно, вскрывая одного грешника, я обнаружил в венах непонятные перегородки. Я не знаю, для чего нужны эти перегородки, или, точнее, клапаны. Может быть, вы в дальнейшем ответите на этот вопрос.

После лекции его обступили слушатели. Разговор касался прочитанной лекции о кровообращении. Один юноша выступил вперед и спросил Фабриция:

— Удивительно, что этим клапанам в венах раньше никто не уделял внимания. Не могут же они существовать неизвестно зачем?

— Вы правы, Уильям. Но никто не может сказать, что это такое. Если это так вас заинтересовало, попробуйте дать ответ.

— Я постараюсь выяснить их истинное предназначение.

И он действительно выяснил это. Тем юношей был знаменитый британский врач и анатом Уильям Гарвей.

Он родился в Англии, в городе Фолкстоне, в 1578 году. Склонность Уильяма Гарвея к естественно-научным исследованиям проявилась довольно рано. В 1593 году, окончив Королевскую школу в Кентербери, Уильям поступает в Кентерберийский колледж при Кембриджском университете. Затем обучение продолжилось непосредственно в университете, на медицинском факультете. Как и подобало медику-анатому того времени, он изучал не только медицинские предметы, но и философию, риторику, математику и, конечно, древние языки — греческий и латынь.

Закончив Кембриджский университет, Гарвей решил продолжить своё образование и в 1600 году отправился учиться в очень престижный в то время университет города Падуи. Здесь он и встретился со знаменитым анатомом Фабрициусом Аквапенденте, который рассказывал на лекции о своем открытии клапанов внутри вен.

Уильям очень заинтересовался вопросом: зачем же нужны эти клапаны, как происходит кровообращение и действительно ли центр кровообращения — печень, как утверждал великий Гален? У. Гарвей проводил тщательные исследования, вскрывая трупы, делая эксперименты над собой и различными животными. В ближайшие годы основная тема его научных работ — кровообращение. Он изучал не только вены, но и артерии, а также сердце. И в завершение всего опубликовал важную как для

себя самого, так и для всей медицины работу. Но это позже, а пока, после окончания Падуанского университета, Уильям Гарвей возвращается на родину.

У. Гарвей

В 1604 году в Англии Коллегия врачей принимает его в свои члены, и Гарвей становится практикующим врачом. В конце 1609 года он получает разрешение и зачисляется в штат больницы Святого Варфоломея. При этом Уильям сохраняет частную практику. Гарвей работает как практикующий врач, читает лекции по анатомии, интенсивно продолжает научные исследования.

В 1623 году Уильям Гарвей становится придворным врачом короля Якова I, а затем и Карла I. Он почитаем при дворе, его уважают коллеги, его лекции пользуются популярностью.

В 1628 году во Франкфурте выходит книга «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных» (Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus). Автор трактата — Уильям Гарвей.

Реакция на данный труд была не слишком положительная. Значительная часть почитателей Гарвея и его учеников обрушились на него с критикой. Это произошло, несмотря на то, что У. Гарвей выяснил роль венозных и

сердечных клапанов, описал большой и малый круги кровообращения, сделал заключение, что сердце является мускульным мешком, за счет сокращений которого происходит транспортировка крови по всему телу. Следовательно, оно и было центром кровообращения, а не печень, как считал Гален. Авторитетность же знаний и постулатов Галена в то время была незыблемой.

Гарвей посмел усомниться в правильности выводов самого Галена! Того, чьи знания были фундаментом всей медицины и анатомии в течение полутора тысячелетий. Реакция медиков и анатомов вполне объяснима. Но шло время, и анатомы всё больше убеждались в правильности взглядов Гарвея. Проходили годы, и к работе Гарвея приходило признание, на его сторону переходило все больше сторонников.

Уильяма мало интересовали слава и почести, он продолжал свои научные изыскания и лечение людей, хотя часть бывших пациентов отказались от его помощи. Король не отвернулся от него и предоставил ему возможность проводить исследования в королевских охотничьих угодьях в Хэмптон-Корте и Виндзоре. Поэтому вскоре, в 1646 году, после наделавшей шума работы появились анатомические очерки «Исследования кровообращения» (Exercitationes duae de circulatione sanguinis).

Сороковые годы XVII века — очень непростое время в истории Англии: революция, гражданская война, казнь короля, диктатура

У. Гарвей в лаборатории

Кромвеля. Но тем не менее Гарвей продолжает свои исследования.

Ещё в 30-х годах XVII века Уильяма Гарвея заинтересовал один непростой вопрос, всегда занимавший человечество: что было раньше — курица или яйцо? И Гарвей приступает к исследованию раннего онтогенеза животных. Плодом этих научных изысканий стала книга «Исследования о зарождении животных» (Exercitationes de generatione animalium), вышедшая в 1651 году. Извечный вопрос был решен. Гарвей провозгласил: все живое из яйца! Казалось бы, какое отношение имеет человек к этому закону природы? Действительно, во времена Уильяма Гарвея о развитии

человека было известно ещё очень мало. Яйцеклетка была открыта позже. И тем не менее естествоиспытатель интуитивно предполагал существование у млекопитающих, в том числе и у человека, той первоосновы, которую он заключил в общее понятие «яйцо».

Правота Уильяма Гарвея в отношении его анатомических и эмбриологических исследований была признана ещё при жизни ученого. Его избрали президентом Коллегии врачей, но он отказался от президентства, сославшись на преклонный возраст. В то время, когда он делал свои основные открытия и писал основополагающие труды, многие ранее уважавшие его люди отвернулись от него. Теперь это признание ему было не нужно.

Уильям Гарвей умер 3 июня 1657 года в Лондоне, в окружении семьи.

ФРЕДЕРИК РЮЙШ

Собравшиеся в зале ожидали уже минут двадцать, когда же будет представлена заморская диковина, о которой ходило так много слухов при дворе. А она была совсем близко — в большой стеклянной витрине, накрытая дорогой плотной тканью. На показ заграничного чуда собрались не только именитые бояре, купцы и прочие вельможи, но и их жены, поскольку царь сказал, что зрелище это имеет важное культурное значение и оно должно

предстать пред очами всех, кто не слаб зрением. Мужчины и женщины переглядывались, обменивались фразами и недоверчиво поглядывали на витрину. Что же на сей раз привез царь из своей заграничной поездки?

И вот двери распахнулись, и в зал быстрым шагом, сопровождаемый не поспевавшими за ним вельможами и слугами, вошел царь. Собравшиеся пожелали царю здравствовать и притихли.

— Ну, любезнейшие, удивлю я вас сегодня, ибо такого вы не могли никогда видеть. Вся Европа это видела, а теперь и вы должны узреть.

— Царь-батюшка, что же это такое удивительное, чего нет у нас на Руси необъятной?

— А вот смотрите!

Он сдернул покрывало, и взглядам собравшихся открылась ужасная картина. За стеклом на полках стояли маленькие и большие стеклянные цилиндры, наполненные какой-то прозрачной жидкостью. А в цилиндрах были заключены жуткие вещи: уродливые эмбрионы, человеческие органы, двуглавые или пятилапые животные. На переднем плане стоял небольшой цилиндр, в который была заключена отпрепарированная человеческая кисть, украшенная кружевной манжетой, кровеносные сосуды в которой были окрашены в красный и синий цвета.

Все ахнули. Пара дам, не выдержав зрелища, поспешили лишиться чувств. Другие женщины закрыли глаза веерами, а некоторые

собравшиеся просто отвернулись. Один из зрителей, имея на лице прекислую мину, отважился сказать:

— Царь-батюшка, Петр Алексеевич, не дай лицезреть эти чудеса бесовские! Освободи от тяжкого испытания такого!

Кто-то негромко сказал:

— Это же богохульство!

— Что, боитесь? Страшно? Смотрите, смотрите! Это все естественное, не поддельное.

Царь нахмурился и продолжил:

— И не отворачивайтесь. И повелеваю я, чтоб с сего момента собирали, где увидите, все диковины, что рождает земля русская, и в дополнение к словам моим указ издан будет. Я хочу, чтобы люди смотрели и учились.

Нехотя зрители стали поворачиваться. Одна дама ткнула пальцем в цилиндр с рукой и сказала:

— Но это ж рука человеческая! Кто же ужасы такие мастерит, над плотью человеческой издевается?

Царь охотно ответил:

— А это рюйшево искусство, произведение мастера-искусника из Голландии, Фредерика Рюйша. Он представил пред очи мои и сию диковину, и многие другие, представленные здесь, и любезно согласился продать мне свою коллекцию.

С этими словами царь удалился, оставив подле витрины с бесовскими чудесами растерянных зрителей.

Фредерика Рюйша знают не просто как анатома. Далекому от биологии человеку он известен совсем не своими анатомическими трудами. Хотя именно он подробно изучал покровы тела и лимфатическую систему.

Ф. Рюйш

Фредерик Рюйш родился в марте 1638 года в Гааге. Посвятив всю жизнь анатомии, Рюйш придумал уникальный метод бальзамирования трупов. Ученый не только сохранял трупы, но и делал из различных частей тела и органов препараты. Он научился вводить в тончайшие сосуды подкрашенную жидкость, которая затем затвердевала. В результате в препарате можно было видеть все ответвления даже мельчайших сосудов, которые были ярко окрашены. Кровеносная система представала перед взором человека чем-то напоминающим небольшое деревце.

Ф. Рюйш, помимо всего прочего, собирал ещё различные уродства. Создав приличную коллекцию, Рюйш организовал музей, назвав его королевским кабинетом, предполагая позже продать его какому-нибудь королю или принцу. Однажды туда попал русский царь Петр I. В 1697–1698 годах царь посещал анатомические лекции Фредерика Рюйша. Он был

настолько восхищен коллекцией Ф. Рюйша, что позже, в 1717 году, купил большую её часть, заплатив немалую сумму — 50 000 флоринов. Она стала основой знаменитой экспозиции Кунсткамеры Петра I и до сих пор выставляется в Санкт-Петербурге. Вторая часть была продана польскому королю Станиславу.

Петр I долго поддерживал отношения с Фредериком Рюйшем. Он бывал на лекциях анатома, присутствовал на вскрытиях. А в дальнейшем и сам организовывал их в Санкт-Петербурге, повелевая присутствовать всем боярам.

В 1731 году Фредерик Рюйш умер в Амстердаме, оставив в напоминание о себе знаменитую коллекцию.

КУНСТКАМЕРА

В начале XVIII века, в 1704 году, указом царя Петра Великого в Петербурге был создан «государев Кабинет». В его основу легли коллекции, собранные Петром во время путешествия по Европе. Зачастую коллекции не просто собирались, а выкупались у их владельцев. Сюда входили минералы, монеты, окаменелости, предметы старины и просто археологические ценности, гербарии, произведения искусства, а также анатомические препараты и различные уродливые люди и животные, наподобие двухголового теленка, восьминогого барашка, младенца с тремя ногами.

Среди экспонатов были и две большие и богатые коллекции европейских естествоиспытателей — Фредерика Рюйша и Альберта Себы. Если в коллекции А. Себы были в основном чучела животных и гербарии, то экспонаты из коллекции Ф. Рюйша представляли собой анатомические препараты и заспиртованные тела уродливых существ.

Изначально коллекции хранились в Аптекарской канцелярии под началом Роберта Арескина. Царь, предвкушая просветительскую роль «кабинета», издал знаменитый указ, чтобы разнообразные диковины, как минералы и монеты, так и животных, в том числе уродливых, а также прочее, прочее, прочее, собирали по всей России и присылали для кабинета. Валом со всей страны хлынули будущие экспонаты музея. В связи с ними подбиралась и специальная литература, послужившая фундаментом для будущей библиотеки.

Позже это собрание коллекций получило другое название, связанное с тем, что в нем хранились всякие диковины, — «Кунштка́мера», что можно перевести как «кабинет редкостей». Мы сегодня называем её Кунсткамерой.

Конечно, центром коллекции стали препараты Фредерика Рюйша. Хранившиеся здесь анатомические препараты, человеческие зародыши и уродства постоянно пополнялись новыми поступлениями. При Кунсткамере был анатомический театр, где препарировались вновь прибывшие трупы уродливых животных

Препараты Ф. Рюйша

и людей. Причем зачастую их препарировал сам Петр I, слывший неплохим анатомом и патологоанатомом. Помимо этого, при Кунсткамере жили люди, имевшие отклонения в росте, анатомическом развитии, например карлики и великаны, люди с неполным числом пальцев и т. д. Великий царь даже делал попытки лечить людей. До сих пор в экспозиции Кунсткамеры хранится мешочек с зубами, которые собственноручно удалил Петр I, правда, не все они были больными — «ошибочка» у царя вышла...

Оформлять Кунсткамеру была приглашена Доротея Мария Гзель, которая стала и первым экскурсоводом.

Своё здание Кунсткамера, а точнее сказать «Палаты Санкт-Петербургской Академии Наук, Библиотеки и Кунсткамеры», получила не сразу. Строительство было начато в 1718 году, а закончилось уже после смерти Петра I.

В экспозицию Кунсткамеры пускали всех желающих, при этом не брали денег и даже угощали яствами посетителей. Но Петр I задумывал Кунсткамеру не как увеселительное

заведение для праздного глазения на всяческие чудеса природы. Он пытался искоренить множество заблуждений и пережитков средневековья. Петр I представлял свою коллекцию образовательной. Не случайно вокруг нее сформировалась библиотека, музеи и в том числе Анатомический кабинет. К сожалению, много экспонатов и книг погибло при пожаре 1747 года. Тем не менее из Кунсткамеры «выросло» несколько музеев, которые существуют до сих пор. А самое главное, что вокруг Кунсткамеры происходило образование сначала Санкт-Петербургской, а потом Российской академии наук.

До сих пор в коллекции Кунсткамеры, или, если говорить официальным языком, Музея антропологии и этнографии (Кунсткамера) им. Петра Великого РАН, есть один экспонат, который называется «восковая персона». Это человек, отлитый из воска, и есть не кто иной, как сам Петр I. После смерти царя К. Б. Растрелли снял посмертную гипсовую маску. Именно на основе её сделано лицо «восковой персоны». Возникает впечатление, что царь ещё жив и лишь на миг замер без движения.

ИТАЛЬЯНСКАЯ ШКОЛА АНАТОМОВ XVI ВЕКА

Двое прогуливались по аллее Ботанического сада Национального музея естественной истории Парижа. Собеседник слева был не кто

иной, как Жорж Луи Леклерк Бюффон. Рядом с ним шел ученик, который весьма эмоционально что-то рассказывал Бюффону, отвечал на его вопросы. Парижский воздух был слегка влажен, каким он бывает каждую осень. Только начинался новый день. Было не слишком рано, но на розах ещё задержались капельки росы. Бюффон наклонялся к некоторым цветкам, нюхал, удовлетворенно поднимал голову и продолжал слушать своего молодого спутника.

— Я слушаю тебя и ощущаю в тебе стремление познать истину того вопроса, что так волнует тебя... Это хорошо. Ты умен, внимателен и способен объединить свои знания в общую картину мироздания. Наше познание природы требует внимания к малейшим деталям изучаемого организма, объединения их вместе, подчеркивания самых удивительных. Но иногда это излишне абсолютизируется или заменяется иным смыслом и приводит к вредным для науки результатам. Пойдем в библиотеку, я продемонстрирую тебе один такой пример.

Они направились к одной из галерей, где был кабинет Бюффона. А через короткое время учитель и ученик уже спускались по каменным ступеням здания. Бюффон нес в руках какой-то фолиант, периодически его открывал на определенных страницах и зачитывал собеседнику.

— Вот видишь теперь, что Улиссе Альдрованди два века назад, собрав множество

фактов о строении и жизни гадов, пишет никчемную ерунду о драконах, астрологии и заклинаниях змей. Такой подход чужд для науки, в этом заключается величайшая ошибка Альдрованди. Наука должна отсеивать эти неправдоподобные истории, вымысел и мистику, поскольку она оперирует только точными описаниями.

Ж. Бюффон

Жорж Луи Леклерк Бюффон закрыл книгу. Учитель и ученик неспешным шагом отправились дальше в глубину сада, скрываясь от ещё теплого парижского солнца в тени смыкающихся крон величавых платанов.

Конечно, Жорж Бюффон был прав. Наука не использует фантазии, домыслы, поверья для познания окружающего мира, но Улиссе Альдрованди был вовсе не виноват. Свой трактат «Все о змеях» он писал в духе того времени, в которое он жил. Тогда естественно-научные изыскания перемешивались с мистикой и человеческими фантазиями. Даже драконов тогда причисляли к реально существующим животным. Но в то же время У. Альдрованди (1522–1605) принадлежал к замечательной школе итальянских естествоиспытателей,

У. Альдрованди

подаривших миру множество открытий, в том числе в области анатомии.

Проработав долгие годы в итальянском городе Болонье, Улиссе Альдрованди организовал здесь ботанический сад, музей, а в самом конце жизни и прекрасную библиотеку. Он автор множества толстых книг, посвященных не только змеям, но и другим животным. Но самое для нас важное то, что У. Альдрованди большое внимание уделял эмбриологии, науке об индивидуальном развитии организмов. Натуралист обратился к работам Аристотеля и к основам античной эмбриологии в целом. Не случайно считается, что работы Улиссе Альдрованди способствовали развитию этой биологической науки.

Современником У. Альдрованди был другой итальянский естествоиспытатель, Андреа Чезальпино (Цезальпино), живший в 1519–1603 годы. Он родился в небольшом итальянском городе Ареццо. За время своей научной и медицинской деятельности работал во многих крупных университетах и коллегиях Италии. Его научные воззрения принесли А. Чезальпино признание в области науки. В 1555 году он стал профессором Пизанского университета,

а в конце жизни — папской «Коллегии мудрости» в Риме. Не менее признан был он как врач. Недаром папа Климент VIII доверил А. Чезальпино своё здоровье. Наибольший вклад в науку он внес, изучая кровообращение. Изучая сердце и сосуды, А. Чезальпино выдвинул гипотезу о кругах кровообращения, которую в дальнейшем развил У. Гарвей. Многие анатомы задавались вопросом, как же кровь переходит из артерий в вены, ведь тогда ещё не знали о существовании капилляров. Но только Андреа Чезальпино предположил, что между артериями и венами существуют соединения, которые итальянский естествоиспытатель назвал анастомозами.

А. Чезальпино

Имя другого итальянского анáтома и врача до сих пор каждый год повторяют студенты-медики, изучая строение органов слуха человека. Дело в том, что внутреннее ухо и носоглотка человека соединены канáлом, который был впервые описан Бартоломео Евстахием (около 1510–1574) и называется евстахиевой трубой. Б. Евстахий (иногда его фамилия читается Эустахио) был жителем Рима, где не только учился сам, но и впоследствии

Б. Евстахий

преподавал в школе Сапиенца. Как и А. Чезальпино, он служил при дворе папы. Помимо изучения органов слуха, Б. Евстахий подробнейшим образом обращался к исследованиям других органов: сравнивал строение органов человека, человеческого зародыша и животных. Это позволило ему сделать ряд открытий. Не случайно Бартоломео Евстахий считается основателем научной анатомии, автором нескольких капитальных анатомических трудов, ведь такой подход к изучению свойственен настоящей науке. Практикуя вскрытия животных и человека, обладая незаурядным вниманием, он подмечал то, что не находили другие анатомы. Например, надпочечники — железы, располагающиеся у вершин почек, но к почкам никакого отношения не имеющие. Позже некоторые анатомы усомнились, что такие железы существуют, так как не всегда замечали их сами.

Однажды Б. Евстахий обнаружил у лошади белый сосуд, который назвал «белой грудной веной». Тогда он ещё не понимал, что этот сосуд не относится к кровеносной системе, а является частью системы лимфатической.

Результатом его многолетних наблюдений и вскрытий стали замечательные 47 анатомических гравюр, которые были изданы в 1552 году.

Г. Фаллопий

Жизнь другого знаменитого итальянского анатома и врача, Габриеле Фаллопия (около 1523–1562), как и многих других натуралистов XVI–XVII веков, прошла в постоянных переездах в новые города. Его детство прошло в городе Модена. После Модены была Феррара — здесь он учился, затем — Пиза и, наконец, Падуя. В последних двух городах Г. Фаллопий занимал должность профессора. Его учителем был великий А. Везалий. В 1561 году, незадолго до смерти, вышел основной труд Г. Фаллопия «Анатомические исследования». А перед этим были годы кропотливых наблюдений, врачевания. Интерес этого естествоиспытателя распространялся на самые различные области анатомии и медицины. Подробное изучение строения головы привело к открытию ряда анатомических структур: барабанной перепонки, канала лицевого нерва, клиновидной пазухи, твердого и мягкого нёба. Изучал он и строение мочевыводящих путей, печени, плаценты, сосудов и

Дж. Фабриций

скелета плода. Самым подробнейшим образом Г. Фаллопий описал женскую половую систему. Он открыл яйцеводы, идущие от матки к яичникам. Позже они получили название фаллопиевых труб.

Не менее важны достижения Габриеле Фаллопия в медицине. Он прекрасно знал заболевания ушей, издал труды по лечению различных инфекционных заболеваний, а также опухолей и язв. Ко всему этому добавляется ещё и знание лекарств, которыми можно лечить эти болезни.

В заключение мы обратимся к ещё одному итальянскому натуралисту, Джероламо Фабрицию из Аквапенденте (или Д. Фабриций д´Аквапенденте) (1533–1619). Он был учеником и продолжателем дела Габриеле Фаллопия, которого он сменил в Падуанском университете. А сам, в свою очередь, дал прекрасные знания другому великому анатому — Уильяму Гарвею. Изучая трупы животных и человека, Джероламо Фабриций проводил сравнения строения их органов, так же как это делал его учитель. Он впервые описал желудок жвачных животных, вырост клоаки у птиц (который поэтому и назван «фабрициева сумка»),

венозные клапаны, значение которых, однако, сумел понять только его ученик.

Италия в XVI веке стала оплотом развития анатомии и медицины. Именно здесь зародились плеяды великих анатомов, именно сюда приехал учиться продолжатель этой школы У. Гарвей. А помимо всех перечисленных итальянских естествоиспытателей, принадлежал к этой школе, живший уже в XVII веке Марчелло Мальпиги.

МАРЧЕЛЛО МАЛЬПИГИ

В комнату вошел человек, неся в руках небольшое стеклышко, на котором лежало что-то темное. Он подошел к столу и склонился над вертикально стоящей трубкой, положив стеклышко под нее. Взору наблюдателя открылась непонятная картина. Все поле зрения заполняли гроздья темных розоватых пузырьков, которые казались настолько нежными, что прикоснись к ним — и они разрушатся. Пузырьки сплошь окутывала сеть тончайших красных трубочек.

Человек оторвался от чудесной трубки. Секунды две сидел неподвижно, задумавшись. Потом он спешно достал лист бумаги, чернильницу и перо и стал быстро что-то записывать и рисовать, словно опасаясь забыть, что хотел запечатлеть на бумаге. Так в мир анатомических исследований вошел микроскоп.

М. Мальпиги

Эти исследования связаны с именем выдающегося итальянца Марчелло Мальпиги.

Марчелло Мальпиги — современник многочисленных ученых-естествоиспытателей, среди которых он был далеко не последним биологом. Именно биологом, а не просто анатомом или физиологом, или ботаником, или зоологом — Мальпиги внес вклад во все эти разделы биологии.

Родился Марчелло Мальпиги в 1628 году в городе Кревалькоре, недалеко от Болоньи, где в дальнейшем постигал науку о всем живом, а позже преподавал (преподавал он не только в Болонском университете) и получил степень доктора медицины (1653 г.). Подробное, кропотливое изучение легких, почек, кожи, головного мозга и селезенки позволило не просто описать эти органы, которые были известны и до Мальпиги, но вникнуть в мельчайшие особенности строения, а затем объяснить некоторые механизмы функционирования.

Новаторство и связанные с ним открытия стали результатом особого подхода Марчелло Мальпиги к изучению строения органов. Взглянув на ткани органов под 180-кратным увеличением незамысловатого микроскопа,

ученый увидел тончайшее строение живой материи, мелкие подробности её устройства, которые до него не видел никто. В легких он увидел грозди малюсеньких пузырьков-альвеол, в почках — крошечные клубочки, в коже нашел узлы лимфатической системы.

Но прежде всего его вспоминают за одно открытие, которое помогло решить одну давнюю загадку. Долгое время анатомы не могли понять, как артерии соединяются с венами и «передают» друг другу кровь. А всё потому, что никто не заглядывал в самые мельчайшие подробности строения кровеносной системы. Оказалось, артерии, уменьшаясь в диаметре, продолжаются артериолами, а те, в свою очередь, переходят в мельчайшие сосуды — капилляры, сеть которых сейчас называется микроциркуляторным руслом. Тончайшие капилляры пронизывают все ткани, ветвятся, образуя сети, и доставляют каждой клетке организма кислород и питательные вещества, при этом забирая продукты жизнедеятельности клетки и углекислый газ. Обмен происходит через стенки капилляров, которые имеют поры. Унося от клеток вредные вещества, капилляры впадают в венулы, а те, в свою очередь, в вены. В капиллярах Мальпиги заметил красные тельца (конечно, вы догадались, что это эритроциты), которые двигались непрерывным потоком, правда, не понял смысла их присутствия в крови. Удивительную сеть капилляров Мальпиги наблюдал, изучая альвеолы легких.

Микроскопические исследования помогли М. Мальпиги увидеть многие особенности строения беспозвоночных животных и растений. Например, у насекомых он обнаружил трахеи, а также сосуды, выполняющие функцию выделения, — теперь они называются мальпигиевы сосуды. Не случайно Марчелло Мальпиги считается основателем анатомии беспозвоночных. По ботанике итальянский естествоиспытатель опубликовал в 1675–1679 годы в двух томах труд, который так и назывался: «Анатомия растений».

Но жизнь ученого складывалась отнюдь не безоблачно. Зависть — страшная, разрушающая сила. У М. Мальпиги появилось множество завистников и врагов, которые выжили его из Болонского университета, разгромив даже его кабинет. Поэтому Мальпиги покидает Болонью и направляется в Рим, где становится врачом папы римского Иннокентия XII. Здесь он находит умиротворение и возможность продолжать свои исследования. Здесь же 30 ноября 1694 года Марчелло Мальпиги покинул грешный мир.

АВИЦЕННА

Шагая по раскаленному полуденным солнцем песку, направлялся он в далекий Хамадан. Не искал он там славы и богатства, но шел к мудрости высшей и познанию таинства при-

родного. Тело человека — вот тот непостижимый секрет, который оставляет в отчаянном недоумении, когда последняя незримая частичка жизни покидает его. Первый раз он видел это очень давно, когда его приятель, конюх Али, мучаясь в бреду и агонии, умирал, окруженный бестолковыми знахарями. С тех пор он решил, что более не будет бессильно стоять у страдающего недугом человека и сможет сразиться со смертью, вырывая из её плена каждого умирающего. Теперь он идет в Хамадан, изгнанный из Хорезма жаждущим власти могущественным человеком. Каждый раз он расстается с привычными ему людьми, домами, лишается множества книг и начинает своё странствие заново, отрекаясь от всех благ, ведомый единственной целью. Остановить его может только ветер, поднявший песчаную бурю. Но грехи человеческие не способны стать преградой для достижения цели — врачевать людей.

Рожденный в 980 году в селении Авшана, недалеко от Бухары, мальчик Хусейн ещё с детства отличался незаурядными способностями и памятью, а также любознательностью. С легкостью и интересом маленький Хусейн постигал различные науки, и уже к 18 годам он достигает такого уровня знаний, что седовласые старцы с вниманием слушают его уроки. Да, да, именно уроки, ведь они становятся не просто слушателями, а учениками молодого Хусейна, имя которого — Абу Али Хусейн

ибн Абдаллах ибн Сина — скоро будет широко известно в Персии и государствах Средней Азии. Для нас же он чаще известен под именем Авиценна (или Ибн Сина). Но вернемся на несколько лет назад.

За четыре года до этого любознательный и никогда не останавливающийся на достигнутом Хусейн решил посвятить себя медицине — так потрясла его смерть Али. В то время в книжных лавках Бухары можно было отыскать удивительные издания античных и персидских мыслителей и врачей. В том числе он находит трактат Абу Сахла Масихи, который становится основополагающим для будущего врача. Уже тогда он начинает помогать пораженным недугом людям. Авиценна словно губка впитывает знания из медицинских книг и к 17 годам становится столь искусным врачом, что спасает от тяжелой болезни правителя — эмира. Конечно же, эмир приглашает его стать придворным врачом и дает возможность работать в своей богатейшей библиотеке.

Ещё через несколько лет Авиценна становится автором основательных трактатов по медицине. Но не только. Ведь область его интересов была столь широка и многогранна, что туда попали и физика, и астрономия, и геология, и химия, и философия, и этика, и математика, и музыка. Авиценна даже написал медицинскую поэму «Урджуза».

Но главным трудом жизни Ибн Сины был пятитомный «Канон врачебной науки». Пер-

вый его том был написан в г. Хамадане, когда знаменитому врачу было 36 лет. Остальные четыре тома Авиценна писал в течение почти десяти лет.

Авиценна

Авиценна первым описал ряд тяжелых болезней, среди которых язва желудка, чума и холера. При этом он описал множество лекарств и методов лечения различных болезней и травм, например, таких, как переломы костей. Труды Авиценны посвящены не только медицине, но и анатомии и физиологии человеческого тела. Великий естествоиспытатель понял, что такое пульс, и подробно описал его. В числе его трудов также изучение строения человеческого глаза. Авиценна был сторонником гуморальной теории, которая гласит, что здоровье человека находится в прямой зависимости от соотношения в человеке четырех соков организма: крови, слизи, черной желчи и желтой желчи. Нарушение баланса между этими соками приводит к болезни. Конечно, это представление Авиценны далеко от современной медицины. Но иногда кажется, что Авиценна был прав и многие недуги происходят от того, что человеком руководит злоба,

ненависть и зависть, или, как говорят, его переполняет желчь.

Труды Авиценны стали известны не только в Персии и государствах Средней Азии. На латинском языке «Канон врачебной науки» издавался не менее 30 раз! Именно в книгах на латинском языке он и был назван Авиценной. Был он известен и на Руси. В славянских лечебниках его называли именем Ависен.

К сожалению, далеко не все книги дошли до нашего времени. Некоторые из них были утеряны, другие сгорели в огне пожаров.

Так же непроста была и судьба самого автора анатомических и медицинских трактатов. Вернемся в Бухару, откуда начал свой путь врача молодой Хусейн. Когда на город напали полчища караханидов, Авиценна должен был покинуть Бухару и отправиться в Хорезм. Здесь, под покровительством Хорезмшаха, собрались и другие великие мыслители Персии и Средней Азии — Абу Сахла Масихи и Бируни. В Хорезме Авиценна и Абу Сахла Масихи получили возможность продолжать врачевание и изучение анатомии человеческого тела, вскрывая трупы.

Тем не менее преследования соседа-султана Газневи заставили Авиценну уйти из Хорезма и отправиться через пустыню Каракум, спасаясь от жестокого правителя, который хотел видеть врачей при своем дворе. Выжить и дойти до города Хамадан (в 1016 г.) смог только Авиценна. В Хамадане вновь наступил период

спокойствия и почтения. Но после переворота в Хамадане Авиценна попал в тюрьму. Однако заточение было недолгим. Войска эмира Исфахана освобождают его, и врач переселяется в этот город (в 1023 г.), где и заканчивает написание «Канона врачебной науки». Тем не менее скитания великого врача на этом не заканчиваются. Он умирает в 1037 году в дороге.

И все же могилу Авиценны удалось сохранить. На её месте был построен мавзолей, и каждый пораженный недугом стремился прикоснуться к стенам усыпальницы и найти излечение. А в 1954 году в г. Хамадане (сейчас это территория Ирана) в честь Авиценны был построен новый мавзолей.

АНДРЕАС ВЕЗАЛИЙ

Тихо поскрипывала от несильного ветра кладбищенская калитка. В глубине ночного кладбища у свежей, недавно появившейся могилы, освещаемые светом свечей и полной луны, виднелись две фигуры и небольшая повозка с запряженной в нее лошадью. Оба человека были одеты в темные плащи, скрывающие лица. Один человек ловко орудовал лопатой, раскапывая могилу. Другой стоял в двух шагах от нее и быстро-быстро читал молитвы, слегка склонив голову. Он читал их проникновенно, четко выговаривая каждое слово. Одна молитва сменялась другой.

Наконец копавший остановился и тихо произнес: «Готово».

Завершив молитву и перекрестившись, человек, стоявший поодаль, подошел к могиле. Вместе незнакомцы спустились в яму и вытащили на поверхность недавно похороненный труп мужчины. Окоченевшее человеческое тело завернули в ткань и переложили на повозку. Затем процессия направилась к полуразвалившемуся домику на другом конце кладбища. Труп перенесли внутрь, люди вышли из дома. Читавший молитву человек кивнул своему спутнику и протянул увесистый кошелек. Тот также ответил кивком и удалился. Незнакомец скрылся в домике и зажег свечи. Там уже было все готово для вскрытия доставшегося большой ценой трупа. Так проводил свои анатомические исследования великий ученый эпо-

хи Возрождения, основатель анатомии — Андреас Везалий.

А. Везалий

Он родился в то время, когда один уходящий календарный год сменялся новым, поэтому даты его рождения иногда ставят разные: 31 декабря 1514 года или 1 января 1515 года. Новый год подарил миру великого человека, ученого и просветителя, которому было суждено владеть новым знанием, которое в дальнейшем сыграло важнейшую роль для человечества, сохранив множество жизней. Это был Андреас Везалий. Он родился в Брюсселе, но всю свою жизнь путешествовал по разным городам Европы.

Андреас родился в семье врачей и с радостью принял наследие своего семейства. Ещё в юные годы он заинтересовался анатомией, которая и стала делом всей его жизни.

Для этого необходимо было получить хорошее образование. Несколько лет Везалий потратил на обучение медицине в различных университетах Европы и провел за чтением книг врачей и анатомов-предшественников. Изучил он и основополагающий труд Галена, отца античной анатомии. Его труды составляли

в то время основу всей медицины. Сторонником школы Галена стал и сам Везалий.

Позже Андреас Везалий сам стал преподавать медицину, а в 1537 году получил степень доктора медицины (в 23 года!). Преподавая в Падуанском университете, Везалий продолжал тайные анатомические опыты или делал редкие вскрытия казненных преступников. На вскрытиях присутствовали и студенты. Сохранить отпрепарированные части тела, органы и отдельные мышцы тогда ещё было невозможно, и Везалий решает сделать с препаратов рисованные анатомические таблицы, чтобы демонстрировать их на занятиях. В то время и много позже к иллюстрированию книг привлекали настоящих мастеров кисти и холста. В книгах по зоологии и ботанике появлялись изысканные гравюры, нередко отличавшиеся точностью изображаемого и великолепием переданного изображения. Так же поступил и Везалий. Он пригласил художника Стефана Ван Калькара рисовать таблицы, хотя часть из них выполнил сам. В 1538 году атлас был напечатан в Венеции.

Проводя вскрытие за вскрытием, излечивая больных, Везалий все больше убеждался, что учение Галена значительно устарело и содержит множество ошибок. В частности потому, что Гален переносил все анатомические особенности вскрываемых животных на человека. Опыт изучения строения человека он получал, только врачуя раненых гладиаторов.

А. Везалий проводит занятие по анатомии в Падуанском университете

Исправив ошибки столпа античной медицины, Андреас Везалий завершает в 1543 году свой основной семитомный труд «О строении человеческого тела». Книга вызвала две прямо противоположные реакции. Одни просто

боготворили её, отмечая большую важность, другие не принимали вовсе. И самое печальное, что в числе последних были и университетские учителя Везалия и его коллеги-соратники.

В этот важный момент жизни Везалий был приглашен в качестве придворного лекаря ко двору императора Священной Римской империи Карла V. Это помогло Андреасу избежать преследований, продолжать медицинскую практику и собственные исследования. После отречения от престола в 1556 году Карла V Везалий был приглашен ко двору испанского короля Филиппа II. Здесь он также продолжал свои научные и практические изыскания, но гнев многих докторов медицины и церковников все сгущался над головой смелого естествоиспытателя.

Церковь не случайно невзлюбила анатома, ведь он одну за другой разрушал религиозные догмы. Например, он смел сказать, что ребер у мужчин не 11, а 12, хотя из одного, по Священному писанию, должна была быть сотворена Ева.

И вот однажды в 1564 году Везалия обвинили в том, что он вскрыл ещё живого человека. Священная инквизиция требовала отправить еретика на костер, и так бы все и произошло, если бы в дело не вмешался Филипп II. Казнь заменили паломничеством во искупление грехов к Гробу Господню в Иерусалим (хотя иногда утверждается, что Андреас сам изъявил такое желание, отправившись в Па-

лестину). В любом случае, по пути домой судно, на котором плыл Везалий, потерпело кораблекрушение. Везалий среди немногих спасшихся был выброшен волнами на греческий остров Занте. Но увы, ещё на корабле Андреас заболел. Немного спустя, летом 1564 года, великий анатом Андреас Везалий умер на том же острове. Так гонения врагов и Церкви довершили своё черное дело, погубив Везалия не на костре, но на чужбине.

ИЛЬЯ ИЛЬИЧ МЕЧНИКОВ

Море неистово перекатывало на пляже ледяную гальку. Пенные холодные волны выбрасывали на берег спутанные комки грязно-зеленых водорослей, переворачивали их и навсегда оставляли гнить на суше. Ещё недавно эти «морские деревья» задумчиво покачивались в гуще подводного «леса». В нагромождении водорослевого месива запутался маленький крабик. Он суетливо шевелил лапками, размахивал клешнями и лишь только выбрался на мокрый песок, засеменил в сторону убегающей волны. Пурпурная актиния втянула свои ядовитые щупальца и стала похожа на яркий, слегка расплющенный бугорок. Новые волны выбрасывали на берег пустые ракушки и некоторых морских обитателей. Одна из волн выбросила ярко-оранжевую морскую звезду, другая — желеобразную лепешку медузы,

следующая — двух незадачливых креветок и овальную голотурию.

По берегу медленно шел молодой человек. Его прогулку трудно было назвать праздным шатанием. Он всматривался в волновые выбросы, искал что-то в сгустках водорослей. Изредка молодой человек наклонялся и аккуратно поднимал обреченных на верную гибель беспозвоночных животных. Для его нужд пригодились и креветки, и морская звезда, и медуза, и другая живность, не сильно потрепанная морской стихией. Набрав достаточно животных, он спешил на вершину холма, где недалеко от моря располагалась лаборатория. Молодой ученый распахивал дверь, быстро снимал куртку и сапоги и направлялся к рабочему столу, где стояла кювета для препарирования животных и микроскоп. Надо было спешить, пока животные были пригодны для изучения. Первой в кювету попала морская звезда. Исследование именно этого животного побудило молодого ученого Илью Ильича Мечникова к созданию фагоцитарной теории.

Илья Мечников родился 15 мая 1845 года недалеко от Харькова, в деревне Ивановка. Любознательность и целеустремленность помогли И. И. Мечникову закончить экстерном Харьковский университет. И первыми объектами его исследования стали отнюдь не позвоночные животные или люди, а морские беспозвоночные. Отправившись в 1864 году на о. Гельголанд в Северном море, Илья Мечни-

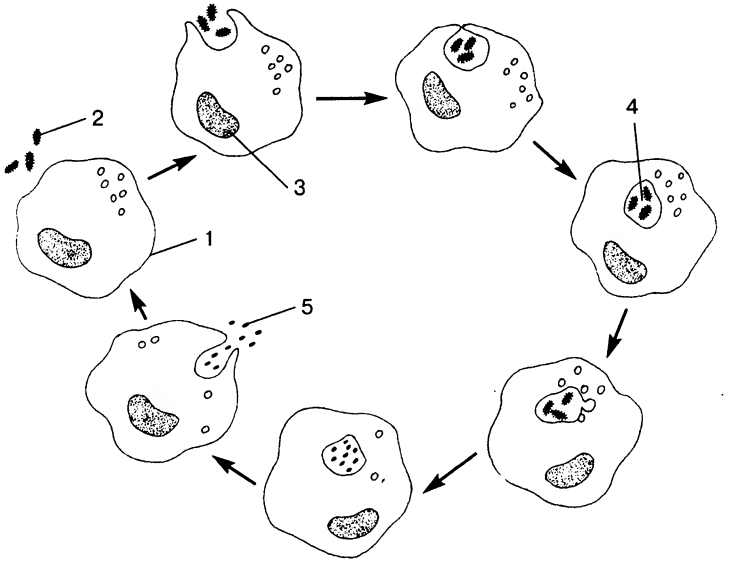
И. И. Мечников

ков собирает выброшенных морем животных и изучает их анатомию. Интересует его и развитие этих морских обитателей, начиная с оплодотворенного яйца, через стадию личинки, вплоть до взрослого животного. Вместе с А. О. Ковалевским И. И. Мечников становится основателем нового направления в биологии — эволюционной эмбриологии. В 1867 году он защищает по эмбриологии диссертацию.

Параллельно этим исследованиям он проводит ряд экспериментов со странными блуждающими клетками морских звезд — фагоцитами. Они интересны не только своей подвижностью, но и удивительной способностью

поглощать чужеродные клетки и вещества, попадающие в организм. Наблюдательный ученый заметил, что они очень похожи на клетки крови — лейкоциты. Илья Ильич пришел к замечательному выводу, что лейкоциты выполняют ту же функцию, что фагоцитарные клетки в теле морской звезды. Они охраняют организм человека от нашествия из внешней среды чужеродных бактерий. Например, при порезе или попадании занозы повреждается защитный слой нашего организма — кожа, и в организм потоком устремляются микроорганизмы, среди которых есть очень опасные. Если бы не лейкоциты, человек мог бы погибнуть от простой занозы. Любая загноившаяся ранка, по сути дела, есть настоящее поле битвы, где есть и погибший неприятель, и павшие в борьбе лейкоциты, и продукты разрушения этих клеток. Все это — гной. Свойство же организма противостоять различным инфекциям называется иммунитетом.

До открытия И. И. Мечникова господствовало представление, что защиту организма представляют вещества, противостоящие чужим клеткам и их токсинам (ядам). Зачастую новая научная теория полностью опровергает предшествовавшую ей, но в данном случае оказалось, что теория гуморального иммунитета (за счет особых веществ) была дополнена теорией И. И. Мечникова, и наоборот. В организме существует и защита при помощи обезвреживающих веществ, например антител, и с помощью особых групп клеток — лейкоцитов.



Фагоциты и фагоцитоз:

1 — фагоцит; 2 — бактерии; 3 — ядро; 4 — пищеварительная вакуоль; 5 — непереваренные остатки

В 1908 году Илья Ильич Мечников и Пауль Эрлих за работы в исследовании иммунитета получают Нобелевскую премию. А семью годами раньше Илья Ильич публикует свою знаменитую книгу «Невосприимчивость к инфекционным болезням».

Открытие фагоцитов и развитие фагоцитарной теории (это открытие стало основополагающим для появления теории фагоцителлы — гипотетического предка всех многоклеточных животных) направляет И. И. Мечникова в новое русло исследования: от эмбриологии в микробиологию и медицину. Казалось бы, сама

судьба направляет ученого. Однажды, переболев возвратным тифом, Илья Ильич обнаружил, что недуг не только ослабил организм, но и прибавил энтузиазма и... улучшил неважное зрение.

В 1886 году в Одессе, где в то время жил и работал И. И. Мечников, не без его участия открылась Пастеровская станция по борьбе с инфекционными болезнями. Также у него появляется своя школа учеников. Но, к сожалению, И. И. Мечников вскоре уезжает в Париж (его вынуждают обстоятельства), где работает с самим Луи Пастером. Здесь он много и плодотворно занимается исследованиями.

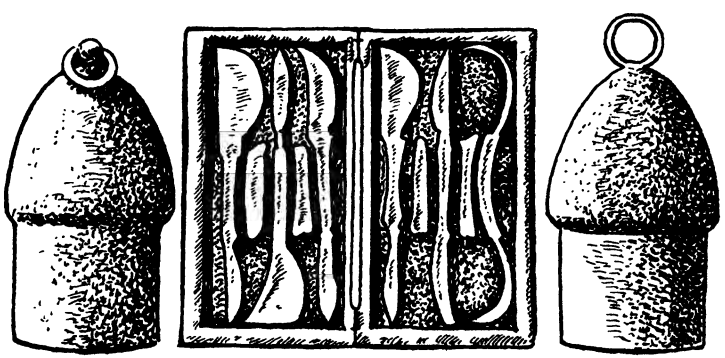
С тех пор Илья Ильич не предавал своё направление исследований, лишь нашел для него новое выражение. Его заинтересовала проблема старения и продолжительности жизни человека. Он не мог понять, почему жизнь человека столь коротка. Он пишет и издает следующую книгу — «Этюды о природе человека». Илья Ильич приходит к выводу, что из-за различных патогенных инфекций, которыми человек болеет в течение жизни, кровеносные сосуды повреждаются и изнашиваются. А вредоносные бактерии, грибы, простейшие, которые попадают в наш кишечник, отравляют его токсинами изнутри. Из-за этих процессов человек стареет, у него ухудшается здоровье.

И. И. Мечников так и не вернулся с семьей на родину. Член Шведского медицинского общества, почетный доктор Кембриджского уни-

верситета, член Французской академии медицины, Илья Ильич Мечников умер 15 июля 1916 года в Париже.

ХИРУРГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ В ДРЕВНОСТИ

Величайшие открытия и успехи в области медицины мы привыкли относить ко времени не позднее эпохи Возрождения, в крайнем случае — Античности. Тем не менее памятники письменности, древние орудия и человеческие останки опровергают этот стереотип. Например, древние египтяне за много веков до повторного открытия этого факта хорошо знали, что кровь по организму человека качает сердце. Им были известны многие болезни, переломы костей и особенности анатомии человека. И это не случайно, ведь они овладели мастерством мумификации человеческих тел.



Древнегреческие хирургические инструменты

Проводили они и настоящие хирургические операции. Тем более что этим искусством врачевания люди стали владеть ещё раньше.

Следы проведения хирургических операций можно заметить на тех останках людей, которые лучшим образом сохраняются на протяжении сотен и тысяч лет, — на костях. Нам достоверно не известно, умела ли та или иная первобытная община или цивилизация удалять воспалившийся аппендикс, зато операции, которые затрагивали какие-либо кости, известны ещё с каменного века.

Первые простейшие оперативные вмешательства в человеческий организм проводили ещё неандертальцы, то есть люди другого вида или подвида, отличного от нашего. Наиболее яркий пример — костные останки неандертальца из иракского местонахождения Шанидар. Возраст этой находки — не менее 30 тысяч лет, а по некоторым оценкам и более. Кости этого человека несли явные следы ранений: сросшиеся переломы, поврежденная глазница, отсутствие правой руки. Но при всем при этом он ещё страдал различными болезнями и дожил до старости. Конечно, он бы не выжил, если бы за ним не ухаживали его сородичи. Они же сделали ему простейшую хирургическую операцию. Остаток плечевой кости отсутствующей руки был закруглен, из чего ученые сделали вывод, что рука была ампутирована древнейшим хирургом. Но это единичный случай, гораздо больше делали других операций.

Одна из наиболее хорошо изученных древних операций — трепанация черепа. Черепа со следами трепанаций известны ещё из отложений каменного века. Следы трепанации легко отличить от естественных повреждений. Проломы в костях черепа имеют грубые края, и от них в разные стороны кости отходят трещины. Отверстия, сделанные во время трепанации, имеют аккуратные края, округлую форму, и им не сопутствуют трещины. Если операция проводилась успешно, отверстие начинало затягиваться — зарастать костью. Из отложений каменного века во Франции был извлечен череп взрослого мужчины со следами двух трепанаций. Одно из отверстий было диаметром 6 см! Удивительно, что человек выжил после обеих операций.

Череп с трепанацией, найденный в Перу

«Расцвет» трепанаций, если так можно выразиться, приходится на эпоху неолита. Этот тип операций производился в самых разных уголках земного шара: в Сибири, в Европе (например, на территории Германии, Украины и Великобритании), в Перу, в Средней Азии и Персии, во Фракии (территория современной

Болгарии). Надо отметить, что некоторые африканские племена в условиях полного отсутствия специальных инструментов и полной антисанитарии умудряются делать трепанации черепа «в домашних условиях».

Некоторые древнейшие врачи могли сравниться в искусстве производить трепанации черепа только с современными нейрохирургами. Существовало два основных метода проведения подобных операций: в одном случае отверстие вырезалось, а в другом — кость постепенно выскабливалась.

«Мода» (именно так можно назвать происходившее) на трепанации черепов у некоторых народов достигала невообразимых масштабов. В некоторых захоронениях находят от 5 до 60% черепов, несущих следы трепанации. Особенно активно эти операции производились в древней Европе и у индейцев Южной Америки.

Уникальная статистика отмечена археологами при исследовании захоронения на о. Паракас (Перу). Здесь обнаружено рекордное количество трепанированных черепов. Причем 90% операций были успешными, то есть человек выживал после нее и продолжал вести более или менее полноценную жизнь. Такое число установлено по заросшим или зараставшим отверстиям, которые в некоторых случаях закрывались высушенной кожурой тыквы или золотой фольгой.

Конечно, возникает закономерный вопрос. Неужто 60% древних жителей Перу были

больны какими-то заболеваниями головного мозга или имели черепно-мозговые травмы? Это невозможно. Поэтому стоит вообще разобраться, какие заболевания лечили древние хирурги.

Ученые утверждают, что все случаи трепанации черепа следует разделить на две группы: прижизненная и посмертная. В последнем случае это хирургическое вмешательство представляло некий магический ритуал, например выпускание из тела человека души или каких-то духов. Не случайно некоторые черепа со следами трепанации захоранивались отдельно от остального тела.

У индейцев древнего Перу, как, впрочем, и у других индейцев, инков и сапотеков, отверстие в черепе служило знаком какой-то касты или сословия, то есть определяло социальный статус человека. Это ещё раз подтверждает, что эти народы достигли высокого мастерства, производя подобные операции.

Трудно представить, к какому сословию принадлежал человек, скелет которого нашли в Нордхаузе. Жил он примерно 6 тысяч лет назад. Ему проводили трепанацию несколько раз, постепенно расширяя единственное отверстие методом выскабливания кости, пока не стесали ему всю крышу черепа. Зачем это делали, непонятно.

И тем не менее некоторые трепанации производились с явным лечебным эффектом. Они делались в случае черепно-мозговых ран.

Среди ученых существует мнение, что таким способом древние даже пытались лечить психические заболевания и эпилепсию. Иные лекари считали, что отверстие в черепе снижает внутричерепное давление. И самое удивительное: считалось, будто трепанация черепа — это хорошее средство от головной боли.

ХИРУРГИ НА ЛЮБОЙ ВКУС

Наиболее интересную информацию о древней хирургии содержат не кости, а сохранившиеся письменные источники. Обратимся к египетским папирусам. Из них стало известно, что древнеегипетские врачи около 4 тысяч лет назад имели представление об анатомии человека, его болезнях и травмах. Они могли не только накладывать швы и забинтовывать раны (как они бинтовали мумии), но и делали сложные операции, например, по иссечению опухолей или удалению катаракты.

А вот древние индусы славились своей пластической хирургией. Имя одного из искусных индийских пластических хирургов, Сушрута (он жил более 2 тысяч лет назад), известно до сих пор.

Не менее древней операцией является кесарево сечение. Изначально эта операция была смертельной. Умирала в лучшем случае только мать, а в худшем случае и ребенок. Но с развитием медицинских знаний и фар-

макологии она стала безопасной, — увы, это произошло лишь в XIX веке.

Большого успеха добивались древние хирурги в лечении катаракты. Операции по удалению мутного хрусталика производились в Древнем Египте, Индии, Ассирии, Греции и Римской империи.

Уже в древности была популярна профессия стоматолога. Во время раскопок одного из некрополей на Украине были обнаружены результаты работы зубного врача — серебряная амфора с десятью зубами, которые были поражены тем или иным недугом.

Замечательно, что наши далекие предки имели возможность избавиться от некоторых заболеваний, в частности, путем оперативного вмешательства. Но какими же инструментами производилось столь сложное и ответственное лечение?

Все зависело от степени развития материальной культуры и орудий труда того или иного народа или общества.

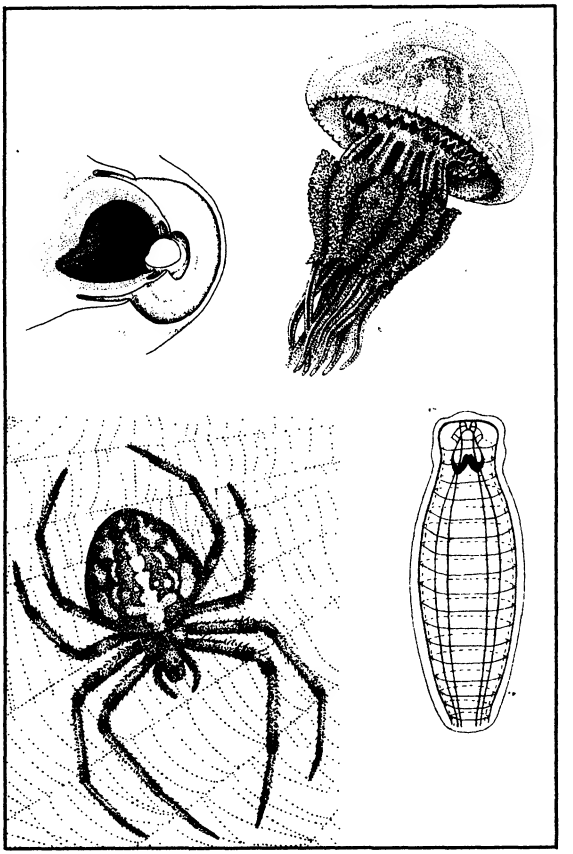
Изначально первобытные скальпели были кремневыми, и по своей остроте они не уступали современным хирургическим ножам. Они появились ещё в палеолите, но использовались также и в Древнем Египте, и в Европе около 4 тысяч лет назад. Не уступали им в остроте и твердости ножи индейцев с о. Паракас, сделанные из обсидиана. У них же известны инструменты из костей животных, хлопковая вата и бинты.

С появлением меди и бронзы изменились и хирургические инструменты. Инки имели целый набор бронзовых инструментов: игл, пинцетов, зажимов для остановки кровотечения, скальпелей. Медными иглами древние египтяне зашивали раны.

Важной была и другая сторона проведения операций — обезболивание, или анестезия. В некоторых случаях она начисто отсутствовала, и человек порой умирал просто от болевого шока. Простейшей способ, который, скорее всего, использовался древними, — натирание места проведения будущей операции снегом, ведь холод уменьшает чувствительность. Те народы, которые хорошо знали свойства окружающих растений, делали отвары и вытяжки из тех, что обладали наркотическим или обезболивающим средством. Например, больному давали выпивать алкоголь, использовали марихуану, опий. Индейцы Южной Америки жевали листья растения коки, которые тоже уменьшали болевые ощущения. Позже использовали различные газы, например веселящий газ (закись азота). Затем для этих целей был применен хлороформ.

Нам иногда кажется, что древние люди были исключительно невежественны. В частности, в вопросах медицины и анатомии человека. Но, как видите, это далеко не так.

АНАТОМИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ



Кто такие беспозвоночные
Необычные скелеты
Жидкий скелет
Спасительный панцирь
Чертов палец
Полости тела
Чудо-камешек
А где же кишечник?
Всё для продолжения рода
Верх паразитизма
Точность — черта коловраток
Коронованные особы
Придворные интриги
Мозг кальмара
Почти человеческий глаз
Бомбардировщики
Принцип один — сердца разные!
Ноги — жабры — руки
Глаза бывают разные
Жабры наголо
Жабры или трахеи?
Куда сложить все ненужное
Печень печени рознь
Вместилище для бактерий
Сам себе агроном
Три листка
Всё не как у всех
Регенерация
Аутотомия
Кости и панцирь
Если долго сидеть на одном месте
Ребёнок совсем не похож на родителей
Как полухордовые «двух зайцев убили»

КТО ТАКИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ

В начале XIX века французский ученый Жан-Батист Ламарк разделил всех животных на позвоночных и беспозвоночных. В основу деления им был положен один анатомический признак — наличие или отсутствие у животного позвоночника. К беспозвоночным животным были отнесены самые разные типы: кишечнополостные, черви, ракообразные, насекомые, иглокожие и многие другие. А к позвоночным — животные, впоследствии объединенные в тип хордовых, да и то не все; некоторых хордовых Ламарк справедливо отнёс к беспозвоночным.

Ж.-Б. Ламарк

Дело в том, что общим признаком хордовых является не наличие позвоночника — далеко не у всех из них он есть, — а наличие хорды хотя бы на одной стадии развития животного. Например, у человека хорда есть только у эмбриона, а впоследствии полностью исчезает.

Таким образом, с развитием науки актуальность деления животных на позвоночных и беспозвоночных отпала, но названия эти

прижились, и до сих пор мы делим науку зоологию на зоологию позвоночных и зоологию беспозвоночных.

Эта глава посвящена анатомии беспозвоночных — огромному разделу науки. Огромному, потому что в эту группу объединены сильно различающиеся между собой животные. Одни из них устроены довольно просто и не имеют даже тканей и органов, другие же, наоборот, сложны и своеобразны, как, например, членистоногие и иглокожие.

НЕОБЫЧНЫЕ СКЕЛЕТЫ

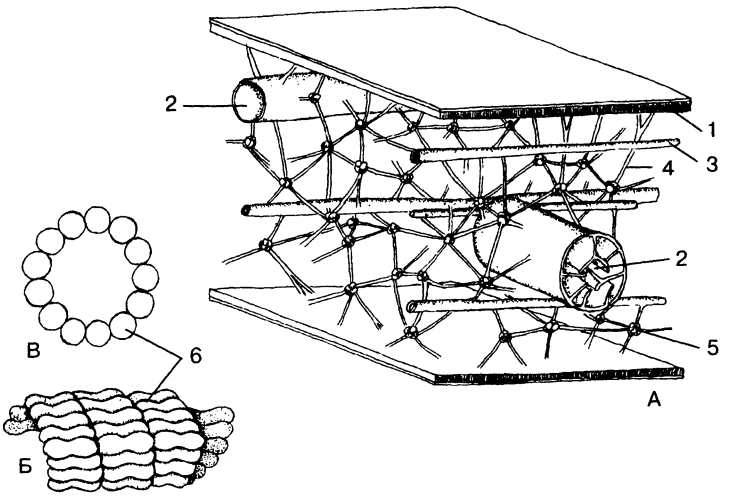
Тело позвоночных животных, в том числе и человека, поддерживает костный или хрящевой скелет, расположенный внутри тела. К нему крепятся мышцы, приводящие кости

(или хрящи) скелета в движение, кроме того, некоторые части скелета защищают важнейшие внутренние органы — череп защищает мозг, рёбра (у кого они есть) — лёгкие и сердце, отростки позвонков надёжно скрывают спинной мозг. Скелет выполняет и множество других функций, но наиболее важны эти две, а из них важнейшая — прикрепление мышц. Это, так сказать, то, ради чего скелет был «изобретен».

У беспозвоночных позвоночник отсутствует, отсутствуют и другие элементы скелета. Означает ли это, что у них его в принципе нет? Отнюдь. Как это ни удивительно, скелет есть у каждого животного, будь то амеба или дождевой червь.

У одноклеточных простейших опорную и защитную функции — а вы помните, что это две важнейшие функции скелета — выполняет ограничивающая клетку двухслойная клеточная мембрана. Такая же мембрана окружает каждую клетку в теле животных и человека. Это своего рода наружный скелет клетки. Кроме того, в клетке есть внутренний белковый скелет, представленный микротрубочками и микрофиламентами (нитями белковых молекул). Клетке такого скелета вполне достаточно, но многоклеточному организму нужна куда более прочная опора и надежная защита.

Скелет животного не должен быть обязательно твердым — даже мягкий скелет способен выполнять свои основные функции.



«Скелет» клетки (цитоскелет):

А — общий вид фрагмента клетки; Б — схема строения микротрубочки; В — поперечный срез микротрубочки; 1 — мембрана клетки; 2 — эндоплазматическая сеть; 3 — микротрубочки; 4 — трабекулярные нити; 5 — полисомы в узлах трабекулярных нитей; 6 — тубулиновые единицы микротрубочек и трабекулярных нитей

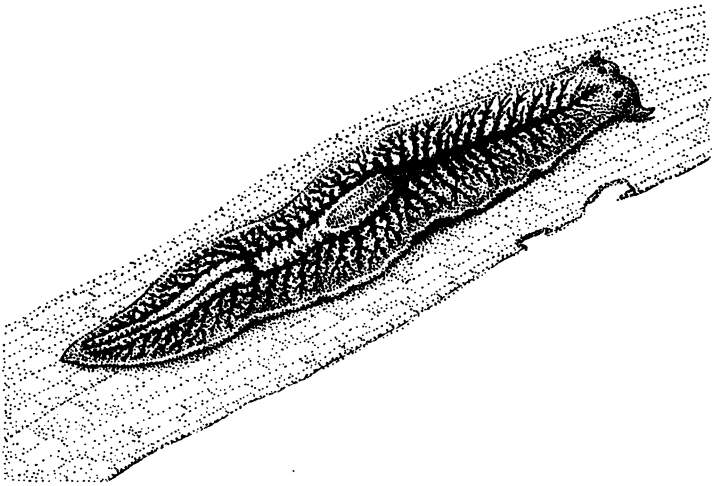
Например, покровы многих червей образованы покровной тканью — эпителием, который подстилает плотная мембрана и слои мышц, идущих в разном направлении. Одни мышцы идут в продольном направлении, другие опоясывают тело вокруг, третьи расположены диагонально. Вместе эпителий и мышцы образуют плотный кожно-мускульный мешок, который выполняет и опорную, и защитную функции, свойственные скелету позвоночных животных. Конечно, у позвоночных опорно-двигательная система работает эффективнее, по-

скольку мышечные волокна у них расположены отдельными пучками — мышцами, которые позволяют им совершать разнообразные точные движения. У плоских червей мышцы не дифференцированы на пучки, образуя многослойный кокон, поэтому черви могут только «извиваться», более точные и тонкие движения им недоступны. Но этим примитивным созданиям и таких движений вполне достаточно для жизни.

Кожно-мускульные мешки различных червей отличаются друг от друга. У кольчатых червей отсутствуют диагональные, но присут-

Кожно-мускульный мешок плоских червей (срез):

1 — ресничный эпителий; 2 — базальная мембрана; 3 — кольцевые мышцы; 4 — диагональные мышцы; 5 — продольные мышцы; 6 — пучки спинно-брюшных мышечных волокон; 7 — поперечные паренхимные мышечные волокна; 8 — рабдитные клетки в эпителии

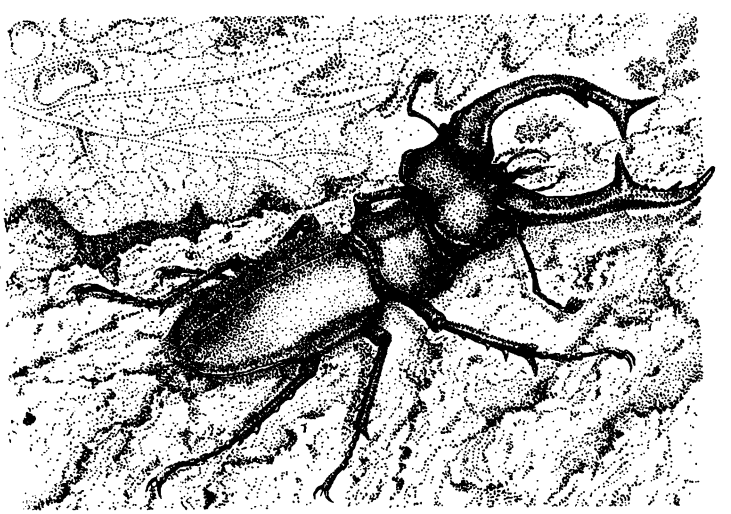


Общий вид планарии

ствуют внутренние косые мышцы, которые разделяют сегменты тела на части и, подобно перекладинам, служат опорой. А у круглых червей нематод мышцы только продольные.

У паразитических червей поверхность кожи покрыта плотной кутикулой. Такая же плотная кутикула может встретиться и у свободноживущих червей. Она защищает мягкие ткани червя. Мягкий скелет, возможно, не эффективен против хищников (хотя от мелких и он защищает неплохо), однако он позволяет пробираться в узкие щели между частицами почвы или песчинками на дне моря или же в узкие просветы органов животных-хозяев. Все это возможно благодаря тому, что тело червя, снабженное мягким скелетом, способно в различной степени менять свою форму.

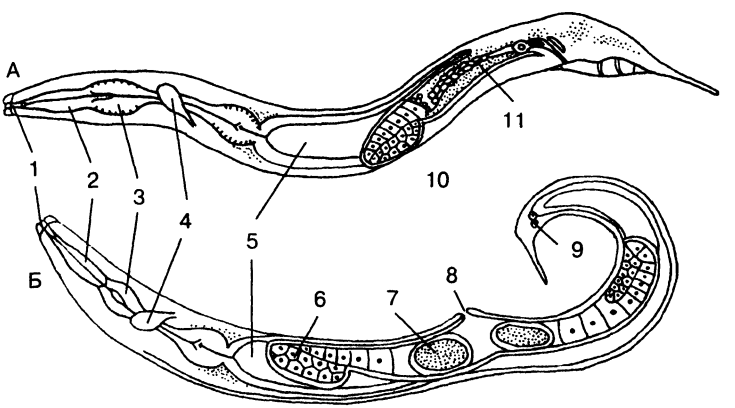
Однако многие беспозвоночные все же обзавелись более надежной защитой в виде раковин и панцирей. Трудно сказать, почему их эволюция пошла по такому направлению, — возможно, на заре их эволюционной истории им пришлось столкнуться с крупными и опасными хищниками, от которых можно было укрыться только в раковине. Но, так или иначе, большинство моллюсков прячутся в раковине, а иглокожие и членистоногие щеголяют в латном панцире. При этом панцирь иглокожих состоит из отдельных табличек, а у членистоногих — из более крупных отдельных сегментов. Объединяет их то, что все эти скелеты — наружные, их формируют покровные ткани. Большинство из них образовано неорганическими соединениями — различными солями или пропитано ими.



Жук-олень — обладатель наружного скелета

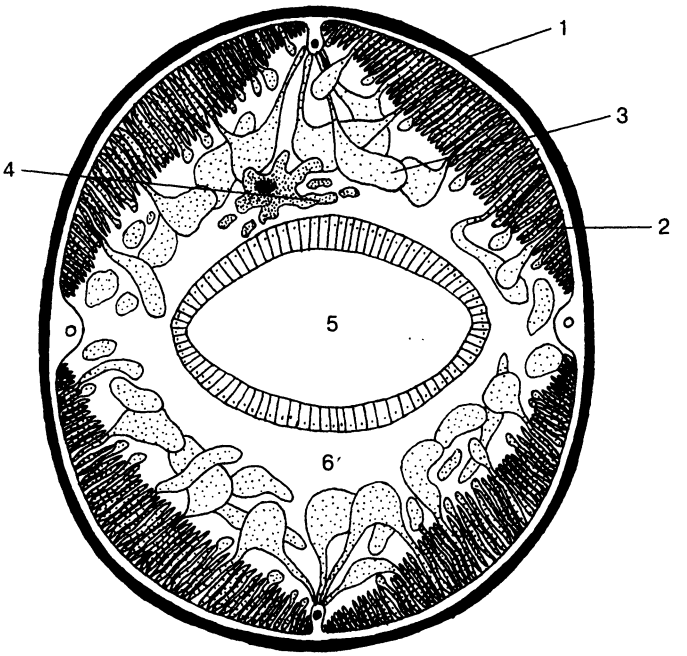
ЖИДКИЙ СКЕЛЕТ

У некоторых животных между внутренними органами находится пустое пространство, заполненное жидкостью. Это первичная полость. Жидкость в этой полости находится под высоким давлением, которое поддерживает форму тела и создаёт упругую опору для мышц кожно-мускульного мешка. Получается, что полость тела выполняет основные функции скелета. Поэтому про таких животных говорят, что у них «жидкий» скелет. Такой гидроскелет свойственен, например, круглым червям. Гидроскелет, естественно, является внутренним, но у круглых червей есть ещё и наружный — толстая кутикула, покрывающая кожу (гиподерму), и кожно-мускульный мешок.



Строение нематод (А — самец; Б — самка):

1 — ротовая полость; 2 — пищевод; 3 — бульбусы пищевода; 4 — окологлоточное нервное кольцо; 5 — средняя кишка; 6 — яичник; 7 — яйцо в матке; 8 — половое отверстие; 9 — анальное отверстие; 10 — семенник; 11 — семяпровод



Поперечный разрез круглого червя в области пищевода:

1 — кутикула; 2 — мышечные клетки; 3 — плазматические отростки мышечных клеток; 4 — амебоидная фагоцитарная клетка; 5 — пищевод; 6 — первичная полость тела, наполненная жидкостью под давлением

Факт наличия у круглых червей внутреннего гидростатического скелета легко проверить на опыте. Если аскариду проткнуть иглой, из её тела брызнет маленький фонтанчик полостной жидкости.

Полостная жидкость круглых червей выполняет не только опорную функцию. Поскольку жидкость омывает практически все клетки тела, то она функционирует ещё и как

транспортная система — переносит вещества от одних органов к другим. В нашем организме эту функцию выполняет кровь. Таким образом, жидкость первичной полости тела выполняет функции и скелета, и кровеносной системы одновременно.

СПАСИТЕЛЬНЫЙ ПАНЦИРЬ

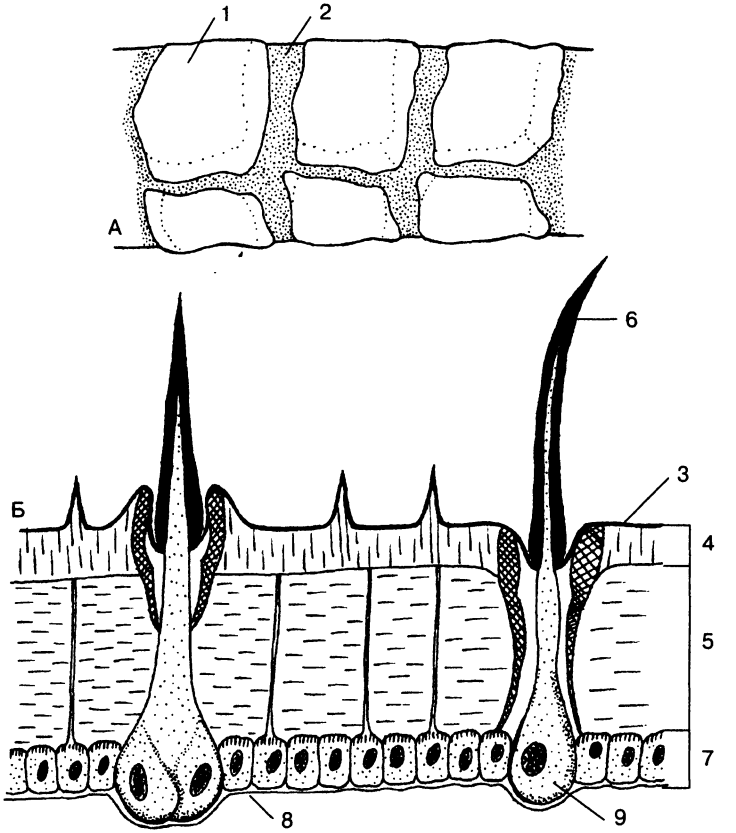
Членистоногие — крупнейший тип царства животных. Его представители обитают и в воде — как пресной, так и соленой, и на суше, и в почве. Именно они были первыми животными, которые сотни миллионов лет назад вышли на сушу и распространились во все её пределы. Они сделали это благодаря своему скелету, который появился ещё у древнейших представителей типа — трилобитов и ракоскорпионов. Это был панцирь, состоявший из многослойной кутикулы, которую выделяла кожа-гиподерма. Схожий панцирь сохранился и у современных членистоногих, он состоит из полимерного углевода хитина и неорганических солей.

Древним обитателям морей панцирь обеспечивал надежную защиту от хищников. Но хитиновый панцирь не только прочный, но ещё и очень гибкий. Благодаря этому членистоногие могут сгибать и разгибать конечности, а также изгибать тело. Например, современные мокрицы могут сворачиваться в шар; вымершие трилобиты также умели это делать.

Панцирь плохо пропускает воду, а значит, не дает высыхать коже членистоногих. Возможно, именно благодаря этому его свойству древние членистоногие смогли выйти на сушу. У некоторых наземных членистоногих появилась дополнительная защита от высыхания — эпикутикула, состоящая из липидов. Благодаря липидам испарение воды с поверхности тела членистоногого стало настолько ничтожным, что они смогли проникнуть в самые жаркие безводные пустыни и прекрасно чувствовать себя в таких условиях.

Панцирь членистоногих состоит из плотных участков — склеритов, покрывающих сегменты, и мягких мембран, находящихся между сегментами. Благодаря такому строению панцирь обладает удивительной гибкостью.

Однако мы помним, что более важной функцией скелета является не защита, а опора для мышц. Способен ли наружный хитиновый панцирь членистоногих играть эту роль? Да, и весьма неплохо. Если рассмотреть панцирь изнутри, можно увидеть, что слой хитина, покрывающий поверхность тела животных, не ровный — на внутренней стороне панциря существуют выросты, к ним-то и крепятся мышцы. Кстати, у позвоночных животных мышцы тоже крепятся не к гладким участкам костей, а к шероховатостям, гребням, отросткам, причём чем мощнее мышца, тем больше будет гребень или отросток кости, к которой она прикрепляется.



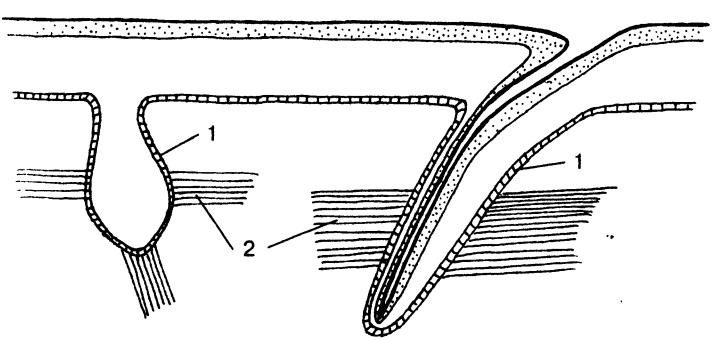
Наружный скелет членистоногого:

А — общий вид брюшка сбоку; Б — разрез кожи (схема); 1 — жёсткий склерит; 2 — эластичная мембрана; 3 — наружный слой кутикулы; 4 — средний слой кутикулы; 5 — внутренний слой кутикулы; 6 — чувствительные волоски; 7 — гиподерма; 8 — базальная мебрана; 9 — клетка, образующая волосок

Имея такую хорошую опору для мышц, членистоногие могут быстро передвигаться. Вы сами можете в этом убедиться, если захотите поймать убегающего таракана. Кожно-

мускульный мешок такую скорость развить не позволяет — даже очень спешащий дождевой червь не может тягаться в скорости с самыми неторопливыми насекомыми.

Итак, панцирь членистоногих выполняет обе главные задачи скелета — он защищает внутренние органы и является опорой для мышц. Но, как и всякий скелет, он имеет и дополнительные функции. В частности, хитиновая кутикула очень важна для дыхания — у многих наземных членистоногих (насекомых, например) она образует огромную разветвленную сеть трубочек-трахей, через которые воздух поступает к клеткам тела животного. Эта система хитиновых трубочек напоминает сеть мельчайших кровеносных сосудов человека — капилляров. Они так же сильно ветвятся, чтобы вовремя доставить кислород и питательные вещества каждой группе клеток.



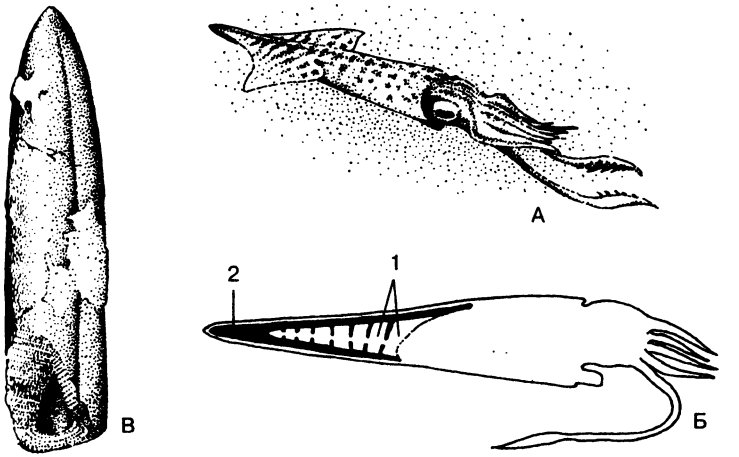
Крепление мышц к наружному скелету:
1 — выросты склерита, к которым прикрепляются мышцы;
2 — мышцы

В мире беспозвоночных скелет членистоногих — вершина совершенства. Вполне заслуженно этот тип стал самой многочисленной группой не только царства животных, но и вообще всех живых организмов.

ЧЕРТОВ ПАЛЕЦ

Итак, среди беспозвоночных к эволюционному успеху ведёт приобретение наружного скелета. Но некоторым группам беспозвоночных показалась привлекательной идея скелета внутреннего. Пример вполне успешной работы внутреннего скелета у беспозвоночных животных известен нам из палеонтологии. Многие миллионы лет назад в морях жили головоногие моллюски, удивительно похожие на современных кальмаров, — белемниты. Сходство их, однако, было исключительно внешним, внутреннее строение белемнитов и кальмаров сильно различалось.

Самые первые головоногие унаследовали от своих предков — каких-то примитивных моллюсков — прямую или спирально закрученную раковину, которая у них стала разделяться на камеры. В последней, самой большой камере жил моллюск, остальные же были заполнены газом. Долгое время раковинные головоногие были весьма многочисленны, но до наших дней дожили только шесть видов корабликов, или наутилусов, все остальные голово-



Белемниты:

А — общий вид (реконструкция); Б — расположение раковины в теле моллюска (1 — камеры; 2 — ростр); В — ископаемый остаток ростра («чёртов палец»)

ногие отказались от раковины или превратили её в элемент внутреннего скелета. Драматическая эволюционная история головоногих убедительно показала: в современном мире лучше и надёжнее защищают не толстые раковины, а интеллект и скорость — как раз те качества, которыми знамениты современные осьминоги и кальмары. И одними из первых на путь преобразования наружного скелета во внутренний встали именно белемниты.

Белемниты словно «вывернулись наизнанку»: не моллюск прятался внутри раковины, а раковина находилась внутри тела моллюска. Раковина была прямой и по-прежнему, как у предков, разделялась на камеры, а сверху на нее надевался ростр.

К большому сожалению палеонтологов, раковины белемнитов были уже довольно тонкими и очень плохо окаменевали, а чаще разрушались, не сохраняясь в первоначальном виде. Но толстостенные ростры (обычно их называют просто «белемниты») очень хорошо сохраняются на протяжении миллионов лет, и люди часто находят их. Их более известное в народе название — «чертовы пальцы».

Чтобы стать хорошими пловцами, белемнитам надо было избавиться от наружной раковины. Им не удалось полностью сделать это, они были только в начале длинного пути, ведущего к современным головоногим моллюскам. Зато благодаря газовым камерам в раковине белемниты могли регулировать глубину погружения.

Кальмары считаются прямыми потомками этих вымерших моллюсков. Исчезновение раковины и ростра значительно повысило гибкость их тела и маневренность. И всё же у них осталось напоминание о древних прародителях: внутри тела есть роговая пластинка, которая, возможно, ещё несет какую-то опорную функцию.

Кальмары — не единственные головоногие моллюски, у которых сохранился рудимент раковины. У каракатиц осталась толстая, широкая известковая пластина, которая также располагается внутри тела моллюска, у спирулы эта рудиментарная раковина даже закручена в спираль — «на память» о далёких предках.

ПОЛОСТИ ТЕЛА

Уже довольно давно было замечено, что у одних животных внутри тела есть полость, а у других — нет. У самых примитивных животных, например губок, ещё нет ни тканей, ни органов, поэтому говорить о полости тела даже не приходится. У более высокоорганизованных животных — кишечнополостных — полость есть, но это полость пищеварительной системы. Других полостей в теле кишечнополостных нет, они устроены довольно просто: два слоя клеток разделены студенистой неклеточной мезоглеей.

У плоских червей тело уже трехслойное, но полости внутри тела все ещё нет. Промежутки между органами заполнены рыхлой тканью — паренхимой.

Первая настоящая полость тела появляется только у круглых червей — у них исчезают клетки паренхимы в пространстве между органами. Такая полость называется первичной, или схизоцелью. Пространство, ранее заполненное паренхимой, теперь заполняется полостной жидкостью, находящейся под давлением. Она поддерживает форму тела червя, и она же транспортирует различные вещества по телу животного.

Зачем же понадобилась полость тела, чем плохо, что промежутки между органами заполнены клетками? А чем было бы плохо, если бы промежутки между домами в городе

были бы заполнены другими зданиями? Представьте, сколько времени у вас занял бы путь до школы или в магазин, а уж поездка на другой конец города и вовсе превратилась бы в многолетнее путешествие с приключениями. Если же говорить научно, то учеными давно доказано, что диффузия, то есть распространение различных веществ, идёт гораздо быстрее в жидкости, чем между клетками. Теперь, я думаю, вам понятно, почему плоские черви именно плоские: даже крупные их представители, шириной до 10 см, не превышают в толщину 2 мм! Ещё бы, ведь и кислород из кожи (они дышат всей поверхностью, ни жабр, ни лёгких у них нет), и питательные вещества из кишечника должны попадать к нуждающимся в них органам, проникая через клетки паренхимы. Если червь будет толще, его внутренние органы просто задохнутся, а кожа — умрет от голода.

Таким образом, первичная полость тела стала первой транспортной системой, переносящей кислород, питательные вещества и отходы обмена веществ. Конечно, эта транспортная система ещё очень примитивна, но и она существенно расширила возможности животных — по крайней мере, они смогли стать толще двух миллиметров!

У более продвинутых животных возникает вторичная полость, или целом. Внутреннюю поверхность стенки целома выстилает специальный слой клеток — целомический эпите-

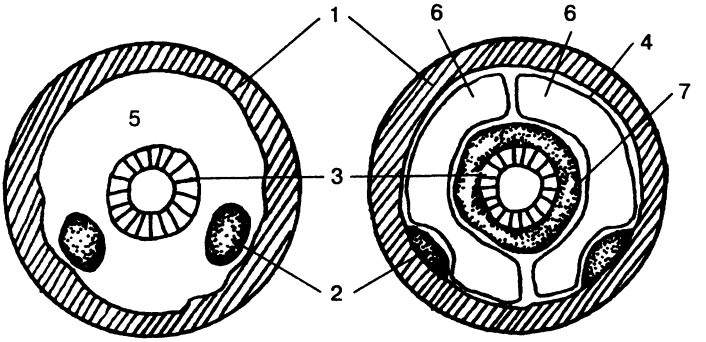
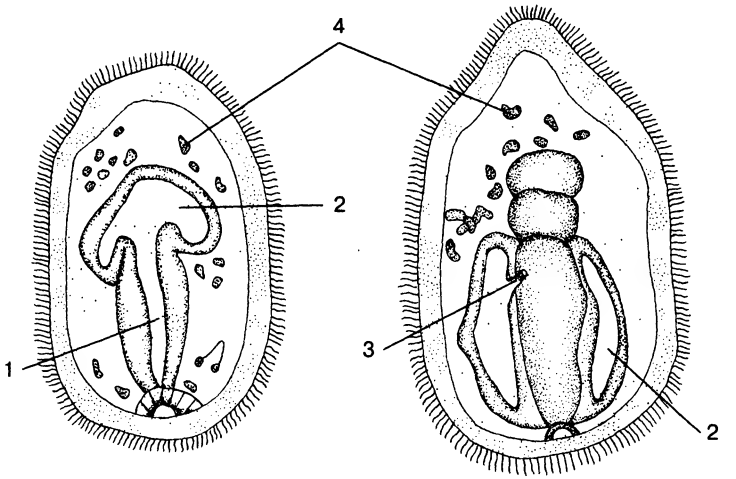


Схема строения первичной и вторичной (целом) полости тела:

1 — стенка тела; 2 — внутренние органы; 3 — кишечник; 4 — выстилка целома; 5 — первичная полость; 6 — целом; 7 — слой кишечных мышц

лий, а наполнена вторичная полость целомической жидкостью. Она выполняет не только транспортную и выделительную функции, но и опорную, и дыхательную, и половую. Именно с появлением вторичной полости связано появление кровеносных сосудов — эффективной транспортной системы.

У первичнополостных животных жидкость, переносящая кислород и питательные вещества, просто заполняла щели между органами, оставаясь почти неподвижной. При образовании целома транспортные пути оказались заключенными в оболочки и превратились в трубковидные сосуды, в которых жидкость уже не стояла, а двигалась благодаря толчкам сердца. Естественно, это ещё больше повысило эффективность транспортной системы. Убедиться в этом мы можем хотя бы на примере того,



Образование целома у личинки морской звезды:
1 — кишечник; 2 — целомические мешки; 3 — зачаток каменистого канала; 4 — клетки мезенхимы (предшественники мезодермы)

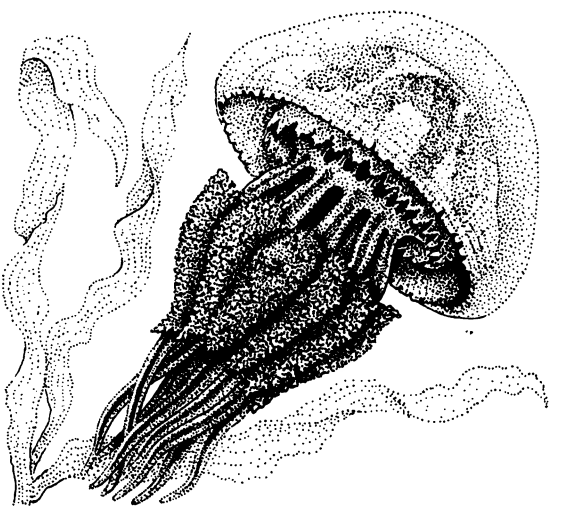
что среди кольчатых червей, первых «изобретателей» целома, есть настоящие гиганты — австралийские дождевые черви толщиной в несколько сантиметров.

Целом есть у кольчатых червей, иглокожих и у хордовых, в том числе и у человека. Наши грудная и брюшная полости — это и есть отсеки целома.

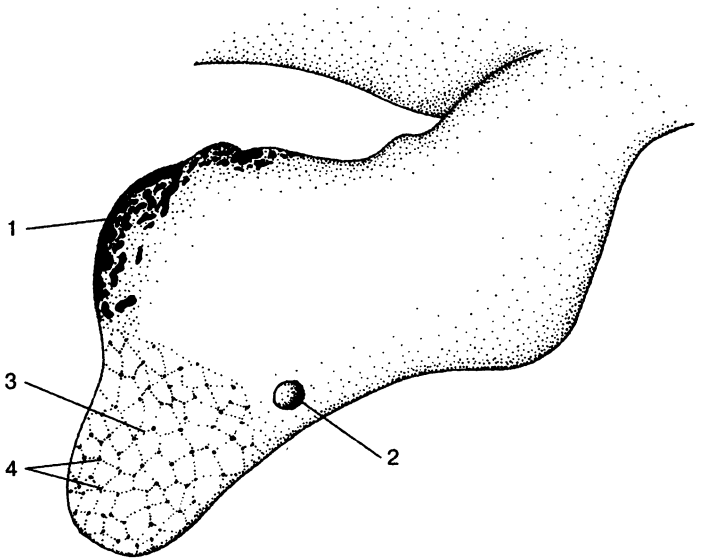
Некоторых животных нельзя назвать первично- или вторичнополостными, например моллюсков и червей-немертин. У них первичная и вторичная полость сливаются. В этом случае полость тела называется миксоцелью, то есть смешанной полостью. Но функции её остаются всё теми же.

ЧУДО-КАМЕШЕК

Многие животные по-разному перемещаются в пространстве. Одни из них имеют органы зрения и могут увидеть, в какую сторону они двигаются. Другие же не видят ничего или почти ничего. Каким образом они узнают о своем положении в пространстве? И у лишенных зрения, и у тех, кто видит, есть особые органы — органы равновесия. У низших беспозвоночных они весьма просты. Например, у сцифоидных медуз есть небольшие глазки, которые ощущают наличие или отсутствие света. Но по всему краю зонтика медузы расположены особые органы — ропалии, которые представляют собой укороченные и видоизмененные щупальца животного. На их поверхности находятся два



Сцифоидная медуза корнерот



Ропалий медузы:
1 — глазное пятно; 2 — бокаловидный глазок; 3 — статоцисты (слияние клеток); 4 — статолиты

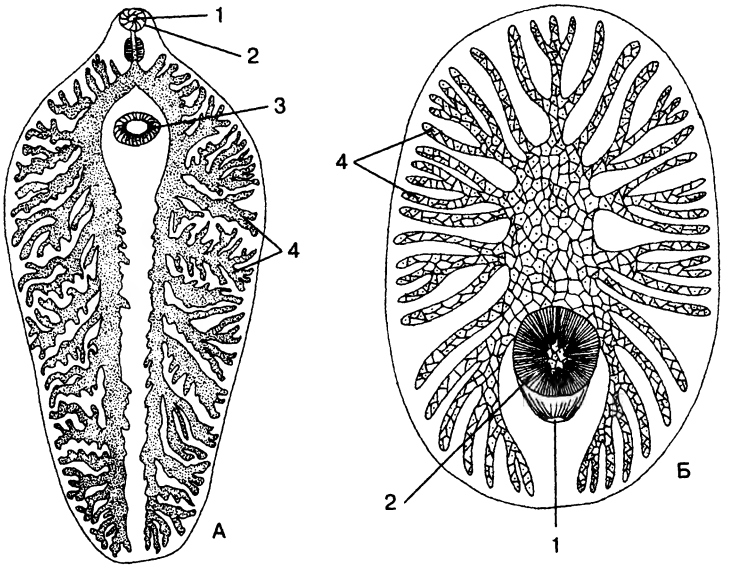
глазка, внутри же расположен статоцист — небольшой сферический пузырек, наполненный жидкостью, в которой находится камешек, называемый статолитом. В зависимости от положения тела камешек перемещается и соприкасается с внутренней стенкой пузырька, которая выстлана клетками эпителия со жгутиками. Статолит касается жгутиков, раздражает их, и к нервным ганглиям, расположенным рядом с ропалиями, идет сигнал — например, что тело медузы расположено зонтиком вниз, а щупальцами вверх.

Статолит образуется клетками самого животного и состоит из карбоната кальция. Ста-

тоцисты есть у многих животных. В более сложном виде они есть и у позвоночных животных, в том числе у человека. Только у нас органы равновесия называются вестибулярным аппаратом, а камешки, содержащиеся в нем, — отолитами.

А ГДЕ ЖЕ КИШЕЧНИК?

Пищеварительная система — одна из самых древних в царстве животных. Даже у инфузорий и амеб есть пищеварительные вакуоли, которые расщепляют сложные органические вещества на более простые — то есть переваривают их. Хорошо развита эта система у кишечнополостных. У медуз, гидр и кораллов значительное пространство внутри тела занимает гастральная (в буквальном переводе «желудочная») полость, выстланная пищеварительными клетками. У некоторых кишечнополостных гастральная полость значительно усложнена. Например, у коралловых полипов она разделена перегородками-септами на камеры. У паразитических плоских червей сосальщиков пищеварительная система ещё сложнее. Она разветвляется на две крупные ветви и на множество более мелких веточек, таким образом, увеличивая объем кишечника и площадь поверхности, которая всасывает питательные вещества. Кстати, у нас с вами кишечник изнутри тоже не гладкий: он, конечно, не ветвится



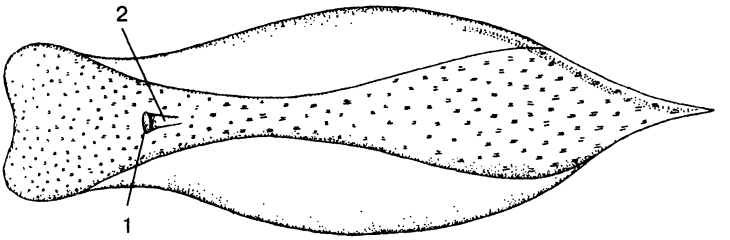
Пищеварительная система плоских червей:

А — сосальщика; Б — турбеллярии отряда многоветвистых; 1 — ротовое отверстие; 2 — ротовая присоска; 3 — брюшная присоска; 4 — ветви кишечника

на отростки (за исключением слепой кишки и аппендикса), но зато покрыт изнутри мелкими выростами — ворсинками, в десятки раз увеличивающими площадь поверхности.

У сородичей сосальщиков — свободноживущих плоских червей планарий пищеварительная система устроена довольно просто: ротовое отверстие, потом глотка и ветвистая средняя кишка. Но могут быть вариации строения, например, кишка может состоять из одной, трех или же множества ветвей.

А у некоторых планарий кишки может не быть вовсе. Рот у них переходит в глотку, ко-



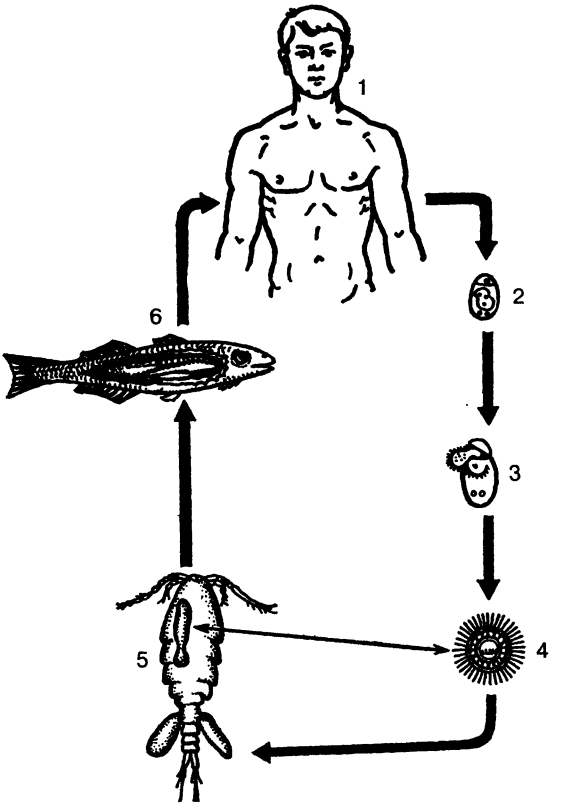
Пищеварительная система бескишечных планарий:

1 — ротовое отверстие; 2 — глотка

торая заканчивается... ничем. Далее располагается только скопление пищеварительных клеток, переваривающих проглоченную пищу. Этих планарий называют бескишечными. Хотя такое строение кишечника явно проще кишечника остальных планарий, вероятно, оно возникло вторично, и пищеварительная система бескишечных червей упростилась в ходе эволюции, возможно, потому, что эти планарии стали очень мелкими.

ВСЁ ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ РОДА

Паразитическим животным жизненно важно как можно лучше приспособиться к существованию внутри тела хозяина или на его поверхности. Не менее важно произвести на свет как можно больше отпрысков. Ведь далеко не каждая личинка сумеет стать взрослым животным. Ей нужно проделать трудный и опасный путь: сначала яйцо должно попасть



Жизненный цикл широкого лентеца:

1 — окончательный хозяин (человек) со взрослым червём в кишечнике; 2 — яйца; 3 — вылупление личинки; 4 — личинка корацидий; 5 — первый промежуточный хозяин (рачок) с личинками в полости тела; 6 — второй промежуточный хозяин (рыба) с личинками в мышцах

в тело промежуточного хозяина, там при оптимальных условиях из него выведется личинка, и лишь потом она должна очутиться в пищеварительной системе окончательного хозяина. Именно поэтому ленточные черви так

плодовиты: только высокая плодовитость дает им шансы на выживание.

Напомним, что тело ленточного червя состоит из головки, или сколекса, и члеников, число которых может варьировать от двух до нескольких тысяч. В сколексе и в каждом членике все системы органов этих животных дублируются. Впрочем, дублировать там особенно нечего: у ленточных червей полностью отсутствуют дыхательная, пищеварительная и кровеносная системы. Кислород им не только не нужен, но даже вреден (на этом, кстати, был основан старинный метод изгнания глистов) — они получают энергию при бескислородном расщеплении гликогена, который запасается в каждом членике. Переваривать пищу им также нет никакой необходимости: достаточно всосать уже переваренную хозяином пищу через покровы. Транспортировать питательные вещества тоже не надо — каждый членик способен их впитывать самостоятельно. А вот протоки выделительной, половой систем и тяжи нервной системы проходят от сколекса до последнего членика — без этого даже паразитам не обойтись.

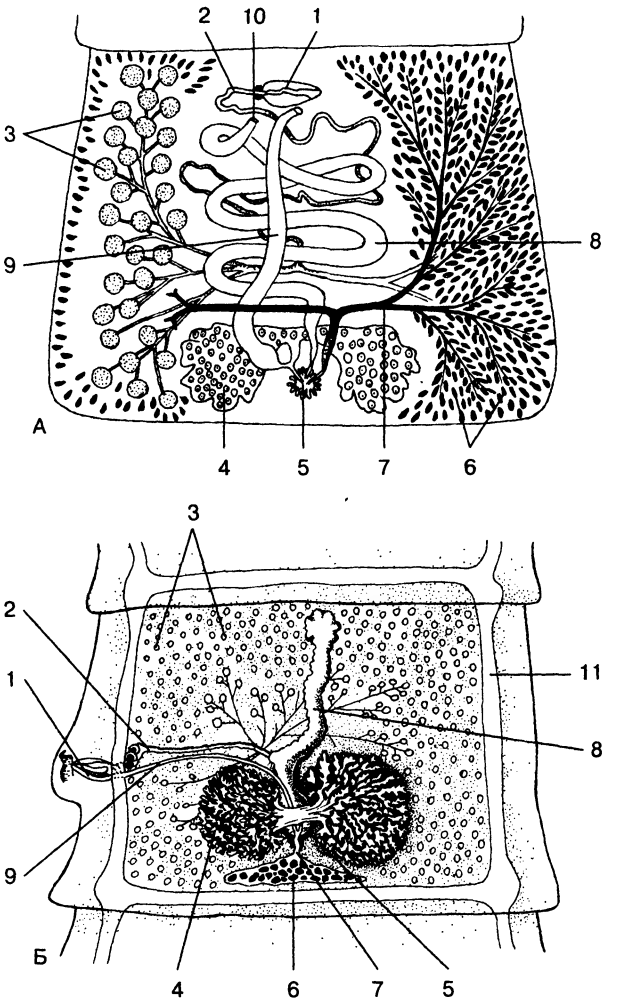
Но вернемся к размножению этих пренеприятных созданий. Ленточные черви — гермафродиты, то есть в каждом членике животного есть органы и мужской, и женской половых систем. Такое явление, когда у паразитических животных развиваются оба типа половой системы, встречается нередко. За счет этого они гарантируют себе продолжение рода, даже

если в кишечнике поселится только одна особь (а так обычно и бывает, недаром их называют солитерами, то есть, в переводе с латинского, «единственными»), а не пара — самец и самка.

Половые продукты созревают в члениках постепенно, соответственно в члениках, расположенных на конце тела, старых, они уже развитые, а в тех, что находятся около сколекса, молодых, пока зачаточные. Оплодотворение у солитеров, которые живут в кишечнике хозяина поодиночке, происходит между различными сегментами тела одного животного. Оплодотворенные членики отваливаются от тела червя и вместе с экскрементами хозяина попадают во внешнюю среду.

Зрелый оплодотворенный членик, по сути дела, представляет собой «пакетик», наполненный яйцами червя. На этом этапе происходит удивительное превращение. Перед тем как происходит оплодотворение, все системы органов членика редуцируются, а половая система, наоборот, сильно разрастается, занимая почти все пространство в сегменте. Матка принимает причудливую форму, становится крупной и многоветвистой. Все пространство между протоками женской половой системы занимают производящие сперматозоиды семенники. Случись такая редукция органов у человека, жизнь его тут же завершилась бы.

Матка отделившегося членика плотно набита яйцами. За год некоторые солитеры производят сотни миллионов яиц.



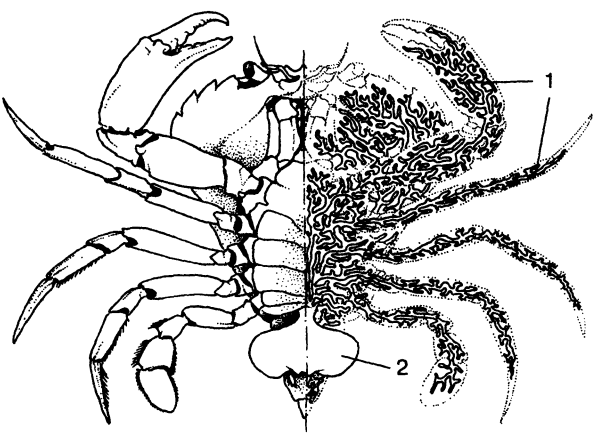
Строение членика ленточного червя:

А — широкого лентеца; Б — бычьего цепня; 1 — совокупительный орган; 2 — семяпровод; 3 — семенники; 4 — яичник; 5 — оотип; 6 — желточники; 7 — желточный проток; 8 — матка; 9 — влагалище; 10 — отверстие, через которое выходят яйца (у цепня матка слепо замкнута); 11 — выделительный канал (у лентеца не показан)

ВЕРХ ПАРАЗИТИЗМА

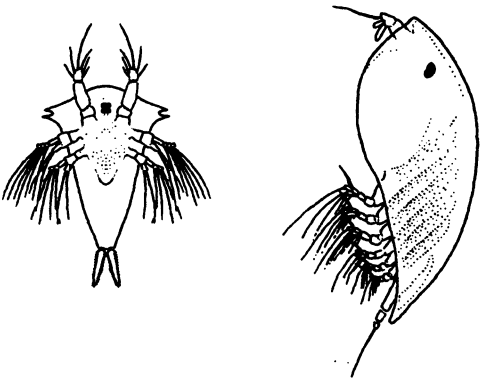
Достаточно давно учеными было открыто существо, названное саккулиной. Что это за создание, было непонятно, возникали даже сомнения в том, что это животное, настолько необычно было его строение. Весь организм саккулины состоит из бесформенных тяжей клеток, соединяющихся с мешковидным телом. Саккулина паразитирует на десятиногих ракообразных, например крабах. Тяжи клеток находятся внутри тела жертвы, а мешковидное тело снаружи, на нижней части тела краба. В этом мешке нет никаких органов, кроме половой системы.

Пока у саккулины не созрели половые клетки, мешковидное тело — резервуар для



Саккулина:

1 — тяжи клеток внутри тела краба; 2 — мешковидное тело, выступающее наружу



Свободноплавающая личинка саккулины на разных стадиях развития

яиц — не образуется. В этот период тело саккулины представлено только тяжами клеток в теле хозяина.

Разобраться, что же это за животное, ученым помогло изучение его развития. Из яйца выходит личинка, у которой есть тело, две пары усиков и конечности. По своему строению она ничем не отличается от личинки усоногих раков — к ним относятся, например, морские жёлуди, или балянусы, и морские уточки. Затем личинка меняется, у нее появляются грудь и брюшко. Она плавает в воде до тех пор, пока не найдет будущего хозяина — краба. Встретив краба, она прикрепляется к нему и прокалывает его мягкие покровы. После этого в тело краба через особый хоботок впрыскиваются неспециализированные клетки, из которых впоследствии образуются тяжи. Грудь и брюшко отпадают — они больше не нужны.

Из попавших внутрь краба неспециализированных клеток позже образуются разветвленные, как дерево, тяжи клеток.

Саккулина сильно выделяется на фоне других ракообразных. Если сравнивать ракообразных, например, с губками, нет никаких сомнений, что ракообразные — более высокоразвитые животные. У губок нет настоящих тканей, у ракообразных же развиты не только ткани, но и целые системы органов. Они подвижны и обладают хорошо развитыми многофункциональными конечностями. Поведение ракообразных может быть очень сложным, а о поведении губок даже и говорить не приходится. Но саккулина упростила своё строение настолько, что выглядит более примитивным животным, чем губки. Даже у губок специализация клеток достигает более высокого уровня, чем у клеток в тяжах саккулины.

Саккулина так приспособилась паразитировать в теле краба, что ей не нужны никакие системы органов: ни лапки, ни брюшко, ни грудь. Жизнь её, должно быть, очень скучна.

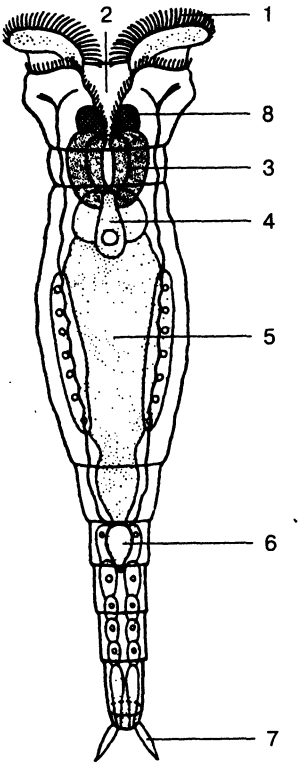
ТОЧНОСТЬ — ЧЕРТА КОЛОВРАТОК

Можно ли с уверенностью сказать, сколько клеток составляют желудок человека? Нет, поскольку даже после тщательного и кропотливого исследования полученное число было бы весьма приблизительным, а главное — у

всех людей оно было бы разным. Более того, и у одного человека оно постоянно меняется: одни клетки отмирают, другие приходят им на смену. Однако есть животные, тело и органы которых всегда состоят из точно определенного числа клеток, — это коловратки.

Раньше их относили к одному типу с аскаридой — к круглым червям. Сейчас же всё чаще высказывается мнение, что это самостоятельный тип специализированных животных.

Коловратки — самые мелкие многоклеточные животные: длина их составляет от 0,04 до 3–4 мм. Передний конец тела, где находятся рот и простые глазки, усеян рядами ресничек. Поэтому внешне они скорее напоминают инфузорий, чем многоклеточных червей. Эти ресничек составляют особый орган — коловорот, который помогает животным передвигаться за счет постоянного движения ресничек.



Коловратка:

1 — коловращательный аппарат; 2 — рот; 3 — глотка с жевательным аппаратом; 4 — пищевод; 5 — желудок; 6 — задняя кишка; 7 — пальцы ноги; 8 — надглоточный ганглий

Как и у более сложно устроенных многоклеточных животных, у коловраток есть различные системы органов, за исключением кровеносной. В ней нет необходимости, поскольку клеток, к которым нужно доставлять кислород и питательные вещества, очень мало.

У коловратки эпифанес сента тело состоит точно из 959 клеток — ни больше ни меньше. После дробления оплодотворенной яйцеклетки — зиготы — число клеток остается неизменным всю жизнь. Кожу (гиподерму) образует 301 клетка, нервную систему — 247, мускулатура состоит из 122 клеток, на глотку отводится 165, в средней кишке 76, в выделительной системе — 24, а в половой всего лишь 19 клеток! У других коловраток клеток может быть ещё меньше, например у аспланхны приодонты их 900.

Интересно то, что клетки могут объединяться в образования, внутри которых они не разделены клеточными мембранами. Такое образование называется клеточным синцитием. Поэтому, чтобы узнать число клеток в теле коловратки, следует считать не столько сами клетки, сколько число ядер в синцитиях.

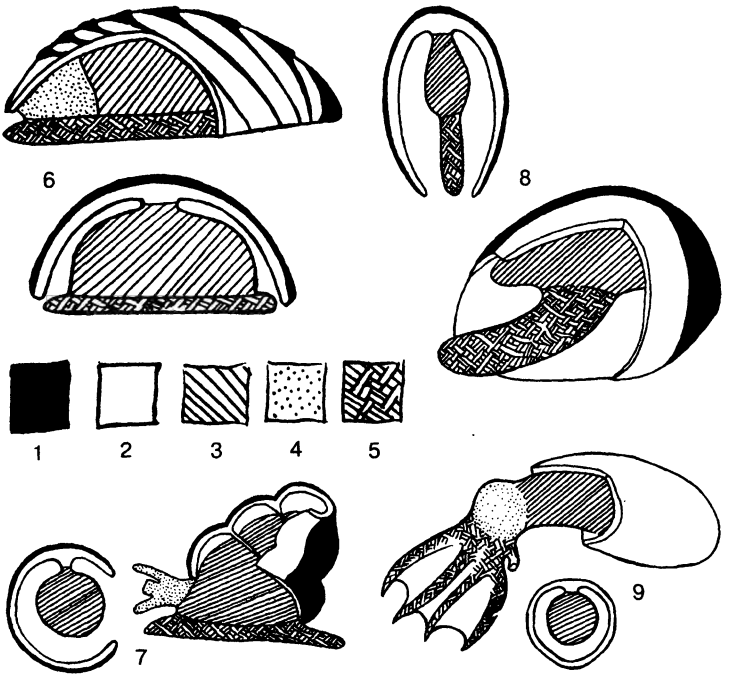
Позже выяснилось, что такая особенность — определенное число клеток в организме — свойственна не только коловраткам, но также и круглым червям, например аскариде. Погибшая клетка другой уже не заменяется — в этом уязвимость червей.

КОРОНОВАННЫЕ ОСОБЫ

В царстве животных есть свои претенденты на царский трон. Возможно, их самонадеянность связана с тем, что у них есть мантия — атрибут любого монарха.

Это моллюски, мягкотелые, в большинстве своем медлительные животные. Что такое мантия? Мантия — это складка кожи. Она образуется на спине моллюсков и в виде двух листков охватывает тело по бокам. Именно мантия откладывает раковину, соответственно раковина закрывает мантию снаружи, а внутри мантии заключается мантийная полость. Кроме того, у двустворчатых моллюсков сложенные в виде трубок складки мантии образуют сифоны. С их помощью вода засасывается внутрь раковины и выталкивается наружу. В мантийной полости мантия также участвует в передвижении воды. Её поверхностный слой состоит из мерцательного эпителия. За счет движения его ресничек вода движется внутри полости. Мантия также — это защита от различных чужеродных частиц. Если такая частица попадает в раковину, мантия тут же начинает откладывать вокруг нее слой за слоем карбонат кальция (он же является основой раковины моллюсков), пока, в конце концов, не образуется жемчужина.

У наземных брюхоногих моллюсков — они ещё называются легочными — мантия играет другую роль. Она образует небольшую



План строения моллюсков разных классов:
1 — раковина; 2 — мантия; 3 — туловище; 4 — голова; 5 — нога; 6 —хитоны; 7 — брюхоногие; 8 — двустворчатые; 9 — головоногие

полость, стенки которой пронизывает множество сосудов. Таким образом образуется легкое, способное поглощать из воздуха кислород. Благодаря этому брюхоногие моллюски смогли выйти на сушу.

Для большинства головоногих моллюсков, не имеющих раковины, мантия важна совсем в другом отношении. Она охватывает вытянутое тело моллюска и защищает его. Животное оказывается как будто действительно одетым

в мантию. На брюшной стороне тела края мантии смыкаются, образуя мантийную полость, куда через щель поступает вода. Если головоногому необходимо удрать от преследователя или просто переместиться в пространстве, он с силой выталкивает воду из мантийной полости через воронку. Такой способ движения называется реактивным. Чтобы мантия плотнее примыкала к телу, на ней имеются два хрящевых выступа, а напротив них на теле — хрящевые ямки. Мантия оказывается словно пристегнутой «кнопками» к телу моллюска.

У двустворчатых моллюсков мантия образует трубки-сифоны, через которые вода поступает и выводится из мантийной полости. У головоногих же моллюсков трубкообразная воронка, из которой он выстреливает водной струей и благодаря которой плывет, образована не мантией — это видоизмененная часть ноги.

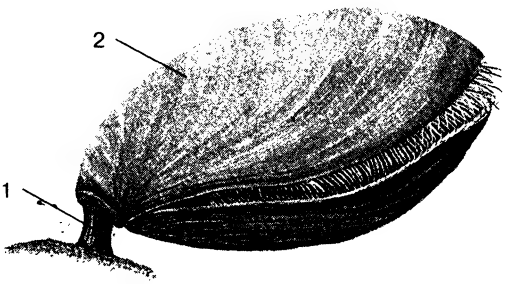
Но далеко не все моллюски могут похвастаться своей мантией. У некоторых мягкотелых мантия и мантийная полость вообще отсутствуют или представлены в очень редуцированном виде. Это беспанцирные моллюски, или аплакофоры. Они имеют червеобразную форму тела и внешне совсем не похожи на моллюсков.

Конечно, самые достойные претенденты на царский трон — головоногие моллюски, ведь у них голубая кровь. Связано это с тем, что вещество, которое переносит кислород, у них не красный гемоглобин, как у человека, а гемоцианин, голубого цвета.

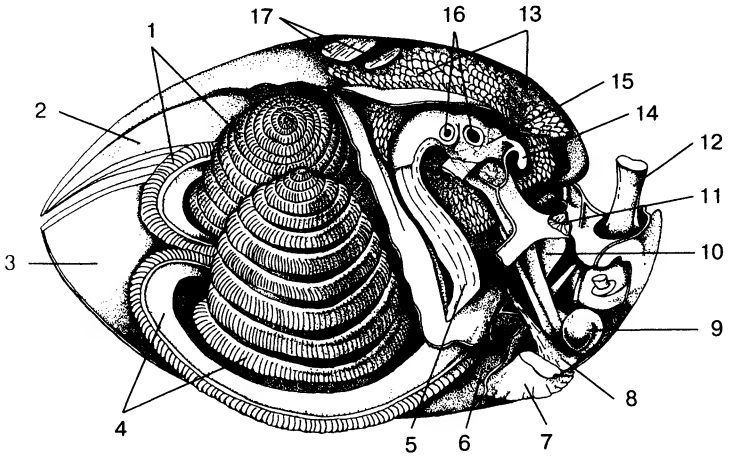
ПРИДВОРНЫЕ ИНТРИГИ

Некоторые животные могут быть очень похожими друг на друга, хотя родство между ними или очень отдаленное, или его нет вовсе. Такие двойники есть и у двустворчатых моллюсков — это плеченогие, или брахиоподы. У них есть и раковина, и нога, и, что важно, мантия, и воду они фильтруют так же, как двустворчатые моллюски. Но если у двустворчатых моллюсков полость тела смешанная, то у брахиопод она вторичная (целом), не сливающаяся с первичной. Надо также отметить, что мантия плеченогих принципиально отличается от мантии двустворчатых моллюсков. Она также образует двустворчатую раковину, но, кроме того, в ней есть мантийные каналы, в которых созревают половые клетки этих морских животных.

Моллюски и брахиоподы не единственные животные, обладающие мантией. Она есть и у сидячих ракообразных, называемых усоногими. Почти всю жизнь они проводят в своем



Брахиопода:
1 — ножка; 2 — раковина



Анатомия брахиоподы

(продольный срез, животное вынуто из раковины):

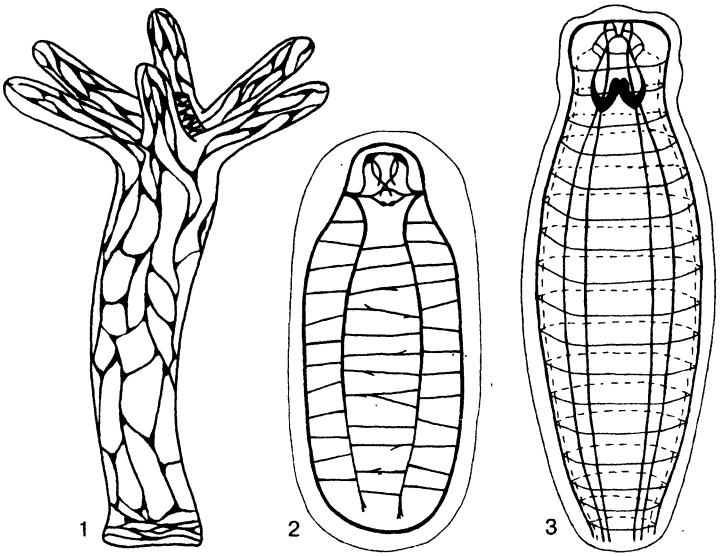
1 — правая «рука»; 2 — спинная складка мантии; 3 — брюшная складка мантии; 4 — левая рука; 5 — пищевод; 6 — окологлоточная нервная система; 7 — мускул-размыкатель раковины; 8 — мускул-замыкатель раковины; 9 — задняя кишка; 10 — нефридий; 11 — его воронка; 12 — ножка; 13 — печёночные дольки; 14 — сердце; 15 — желудок; 16 — отверстия протоков «печени»; 17 — мускулы-замыкатели

домике, за исключением личиночной стадии, когда они могут свободно перемещаться. Свой домик они также строят с помощью мантии, которая представляет собой видоизмененные покровы тела животного — карапакс. При этом домик состоит не из двух створок, а из нескольких пластин, закрывающих тело ракообразного с боков и сверху. Открыв верхние створки домика, усоногие загоняют воду внутрь раковины при помощи своих видоизмененных конечностей и отфильтровывают из нее все съедобное.

Что же, если считать мантию признаком королевского достоинства, то придётся признать, что «короли» животного царства — как правило, довольно ленивые и тупоумные создания. В самом деле, мантия появляется у раковинных животных, прячущихся в раковине, а раковина почти всегда означает малую подвижность или вообще неподвижный образ жизни. Ну, а малоподвижные или сидячие животные умными быть не могут — незачем. Исключение представляют головоногие моллюски, которые умудрились, избавившись от раковины, сохранить мантию и стать одними из самых интеллектуальных беспозвоночных, и животных вообще.

МОЗГ КАЛЬМАРА

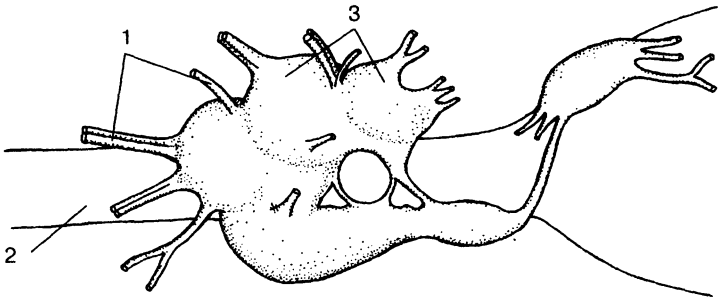
Нервная система примитивных беспозвоночных состоит из узлов, или ганглиев, которые соединены между собой тяжами. Ганглии представляют собой скопления нервных клеток и, как правило, располагаются попарно. У каждого из них свои функции: одни регулируют жизнь головной части тела, другие контролируют внутренние органы, третьи отвечают за передвижение. У наиболее высокоразвитых животных ганглии объединяются, попарно или же все вместе. Особый интерес представляет нервная система высших головоногих моллюсков — осьминогов, каракатиц и кальмаров.



Диффузная нервная система гидры (1), лестничные нервные системы примитивного моллюска (хитона) (2) и плоского червя (турбеллярии) (3)

Эти животные очень хорошо приспособлены к жизни в воде. Одни великолепно плавают, другие умеют хорошо прятаться среди камней и в пещерах. Для них характерно сложное поведение, забота о потомстве, зрение, очень похожее на зрение человека. Недаром головоногие моллюски были названы «приматами моря».

Чтобы активно передвигаться, иметь сложное поведение и ориентироваться в пространстве, необходимо иметь хорошо развитую нервную систему. Расстояние между большинством ганглиев этих моллюсков в процессе эволюции



Головной мозг головоногого моллюска (осьминога):
1 — нервы; 2 — пищевод; 3 — ганглии

постепенно сокращалось, и у современных головоногих эти ганглии увеличились и слились вместе, образовав мозг. Правда, остаются ещё ганглии, которые не входят в состав мозга и находятся в мантии и в туловище. Получается, что каждый отдел мозга отвечает за свою часть организма, как и в мозгу человека. У головоногих сильно развиты оптические ганглии, которые необходимы для обеспечения хорошего зрения моллюсков. Точно так же, как человеческий мозг, главный орган нервной системы головоногих моллюсков заключен в своеобразный череп, а точнее — хрящевую капсулу. Казалось бы, мозг хорошо защищен со всех сторон, но его уязвимое место, ахиллесова пята, находится внутри: прямо через мозг проходит пищевод. Поэтому пища головоногих должна быть размельченной или жидкой, чтобы не травмировать центр нервной системы.

Почему же так получилось, что, имея хорошую защиту снаружи, мозг кальмаров уязвим

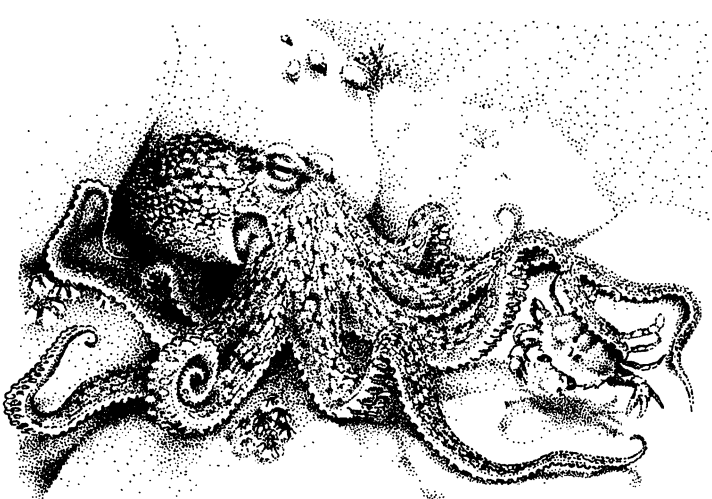
со стороны пищевода? Зачем вообще пищеводу проходить через мозг? Напомним, что мозг головоногих образовался при слиянии нескольких ганглиев. А задолго до того, как головоногие стали резко «умнеть», их предки образовали так называемое окологлоточное кольцо ганглиев, располагавшееся вокруг пищевода. Тогда ганглии были ещё маленькими и такая конструкция никому не мешала. А «предвидеть», что в дальнейшем это кольцо превратится в мозг, расположенный весьма непрактичным образом, эволюция, сами понимаете, не могла.

В эволюционной истории животных окологлоточное кольцо впервые появляется у кольчатых червей. Это тяжи нервных клеток, замыкающиеся вокруг глотки и соединяющие ганглии в голове червей. От кольчецов и произошли моллюски, и именно от них они унаследовали такую особенность.

Вообще же появление у беспозвоночных животных ганглиев было большим достижением в эволюции животного мира. Увеличение нервных центров за счет возрастания числа нервных клеток приводит к тому, что усиливается регуляция внутренних процессов организма, что, в свою очередь, способствует все большему усложнению его строения. Таким образом, движения и поведение животных становятся все более сложными. А сближение ганглиев улучшает связь между ними, так как сигнал от одного центра к другому проходит очень быстро.

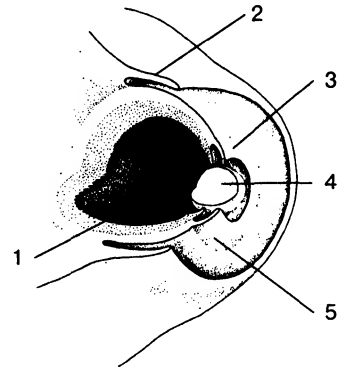
ПОЧТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ГЛАЗ

Чтобы ловить добычу, головоногим моллюскам необходимо хорошее зрение. От него также зависит ещё одна особенность этих морских животных — способность менять окраску своего тела, чтобы слиться с окружающей их обстановкой. Поэтому головоногих моллюсков можно назвать не только «приматами моря», но ещё и «морскими хамелеонами». Чтобы стать такого же цвета, как, например, дно, нужно уметь различать цвета. И делать это нужно максимально хорошо, ведь песок, ил или камни на дне не всегда одного цвета. Оцените трудность задачи: осьминог, кальмар или каракатица должны воссоздать картину окружающего дна на своей спине. Неудивительно, что



Осьминог

глаза головоногих моллюсков очень хорошо развиты. Удивительно, однако, насколько они похожи на глаза человека и других млекопитающих.



Строение глаза головоногих моллюсков:

1 — стекловидное тело; 2 — веко; 3 — роговица; 4 — хрусталик; 5 — зрачок

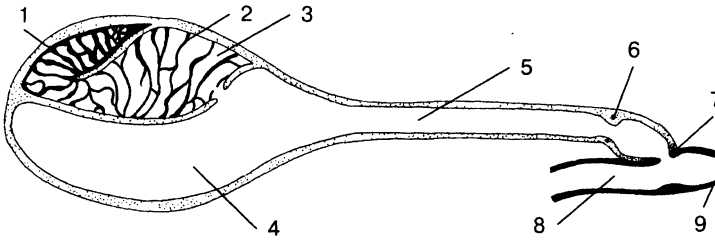
Как и у нас, у кальмаров и их сородичей глаз представляет собой глазное яблоко, покрытое роговицей. Есть у головоногих и радужная оболочка, которая формирует зрачок, и хрусталик, и сетчатка. От сетчатки отходит зрительный нерв, идущий к оптическим ганглиям мозга. Глаза млекопитающих и головоногих моллюсков очень похожи, но появились независимо, поскольку моллюски и позвоночные не связаны никаким родством. Подобное явление называется конвергенцией.

Если подробно рассматривать глаз человека и глаз кальмара, то отличия все же можно найти. В глазном яблоке моллюсков есть отверстие, отсутствующее у нас; его возникновение связано с тем, что головоногие моллюски живут в водной среде. Это отверстие выравнивает разницу давлений внутри глаза и снаружи, иначе вода просто раздавила бы или разорвала его. Ещё одно отличие связано с хрусталиком: наводка на резкость у млекопитающих

достигается увеличением и уменьшением выпуклости хрусталика с помощью глазных мышц, а у головоногих мышцы перемещают хрусталик взад-вперёд.

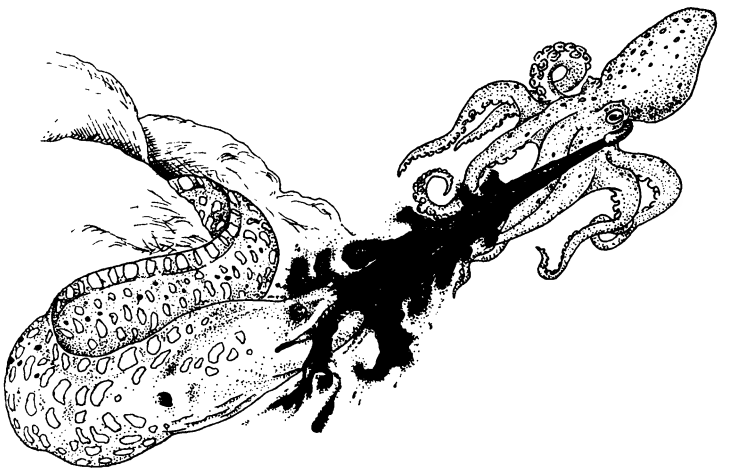
БОМБАРДИРОВЩИКИ

У головоногих моллюсков есть один необычный орган, которого нет ни у каких других животных, — это железа, называемая «чернильным мешком». Она действительно похожа на мешок или грушу. У каракатицы её резервуар столь велик, что занимает значительное пространство в задней части тела головоногого. Она разделена на две камеры: в верхней находится чернильный секрет, нижняя часть заполнена клетками, которые его вырабатывают. Её проток впадает в заднюю кишку моллюска.



Чернильный мешок каракатицы (продольный разрез):

1 — зона образования железистых складок; 2 — железистые складки; 3 — железистый отдел; 4 — резервуар; 5 — проток чернильного мешка; 6 — внутренний сфинктер (клапан); 7 — наружный сфинктер; 8 — прямая кишка; 9 — анальное отверстие



Осьминог спасается от мурены, выбрасывая чернила

Из задней кишки секрет этой железы выходит в мантийную полость, из которой выбрасывается наружу через воронку. Чернильный мешок выделяет жидкий секрет, который по составу представляет собой органические красители — меланины. Он имеет черный цвет (иногда коричневый или сине-черный) и накапливается в специальном резервуаре. Это средство защиты головоногих моллюсков.

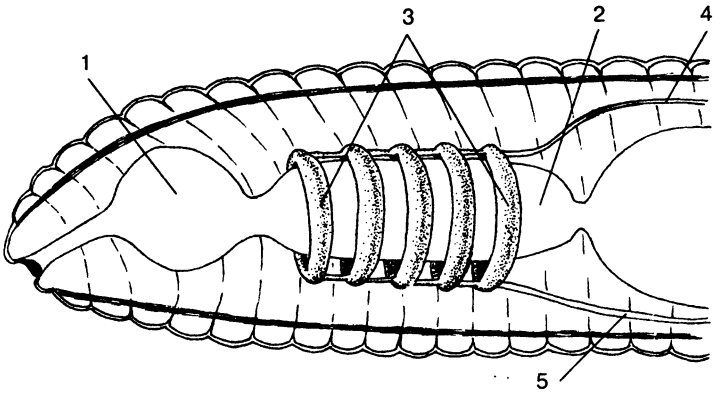
Когда головоногому моллюску угрожает опасность, он выпускает прямо перед глазами врага чернильную «бомбу» — ту самую жидкость, которая вырабатывается чернильной железой. Существует мнение, что возникающее чернильное облако даже имеет форму осьминога. Хищник бросается на него, но не только не ловит моллюска, но и оказывается полностью

дезориентирован в пространстве. Есть предположение, что вещества, содержащиеся в чернильной «бомбе», на мгновения или парализуют врага, или притупляют его обоняние. Выиграв время, головоногий хитрец успевает уплыть или спрятаться.

ПРИНЦИП ОДИН — СЕРДЦА РАЗНЫЕ!

Сердце не случайно называют «мотором». За счет чередующихся сокращений и расслаблений оно перегоняет весь объем крови организма к органам и тканям и обратно за короткий промежуток времени. Кровь несет питательные вещества, кислород и отработанные продукты обмена веществ. Как только сердце перестает работать, клетки организма испытывают недостаток питания и кислорода, а также отравляются вредными продуктами обмена веществ, которые не выводятся из организма.

У беспозвоночных, которые уже имеют сеть кровеносных сосудов, роль сердца выполняют некоторые из них. Собственно, сердце именно от такого сосуда и произошло. У многощетинковых кольчатых червей настоящего сердца нет, но есть пульсирующие сосуды. А у их ближайших родственников, малощетинковых кольчатых червей, к которым относятся хорошо вам знакомые дождевые черви, сердце есть. Хотя в принципе строение кровеносной системы у обоих классов кольчатых червей почти

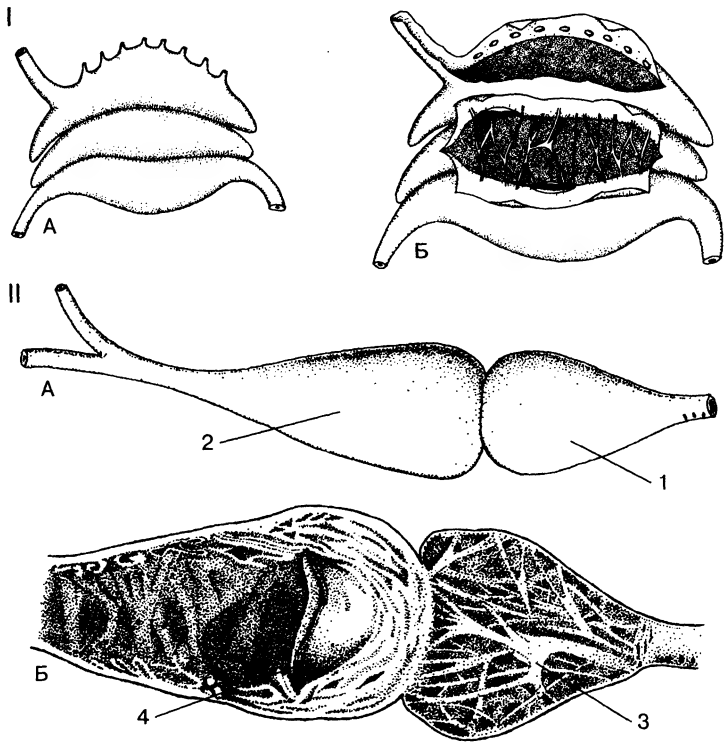


Кольцевые «сердца» дождевого червя:
1 — глотка; 2 — пищевод; 3 — сердца; 4 — спинной кровеносный сосуд; 5 — брюшной кровеносный сосуд

одинаковое: существует брюшной и спинной кровеносные сосуды, соединенные кольцевыми сосудами, от крупных сосудов отходят более мелкие.

У дождевого червя продвижение крови происходит более интенсивно, потому что в передней части тела кольцевые сосуды хорошо развиты и пульсируют. Их называют «кольцевыми сердцами». Так что у дождевого червя не одно, а несколько сердец.

Совсем иное строение имеет сердце моллюсков. Это уже не трубка, а мешочек, разделенный на камеры. Разделение на камеры способствует увеличению интенсивности кровообращения и разобщает потоки крови, идущие к органам дыхания и внутренним органам и обратно. У большинства брюхоногих моллюсков есть две камеры: желудочек и предсердие.



Строение сердца моллюсков:

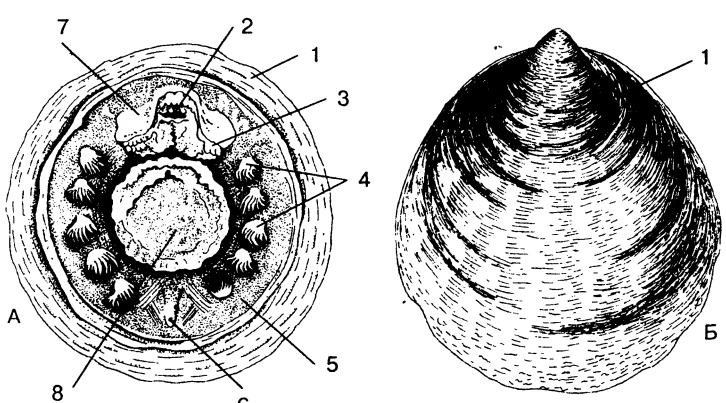
I — морского блюдечка; II — виноградной улитки; А — внешний вид; Б — вскрытое сердце; 1 — предсердие; 2 — желудочек; 3 — тяжи соединительной ткани; 4 — клапан

Почти у всех моллюсков есть только один желудочек, а вот предсердий может быть разное число. У двустворчатых их всегда два, у головоногих — два или четыре. Особенно интересно сердце «живых ископаемых» — моллюсков моноплакофор (которых ошибочно считали вымершими и открыли заново только около полувека назад). Сердце этих редко встречаю-

щихся в океане моллюсков состоит из желудочка и двух предсердий — вроде бы ничего особенного. Но таких сердец у них не одно, а два! Правда, оба желудочка этих сердец объединены единым сосудом.

Сердце, состоящее из камер, очень распространено среди животных. У беспозвоночных животных оно располагается на спинной стороне тела, у позвоночных — на брюшной.

Особый тип сердца, не слишком похожий на традиционный камерный, характерен для членистоногих. Это многокамерная трубка (как считают ученые, видоизмененный спинной кровеносный сосуд), которая напоминает соединенные вместе многочисленные сердца. В каждый «отсек» такого сердца впадают два сосуда. У самых примитивных ракообразных



Моноплакофора неопилина Галатеи:

А — вид снизу; Б — вид сверху; 1 — раковина; 2 — ротовое отверстие; 3 — щупальца; 4 — жабры; 5 — край мантии; 6 — анальное отверстие; 7 — голова; 8 — нога

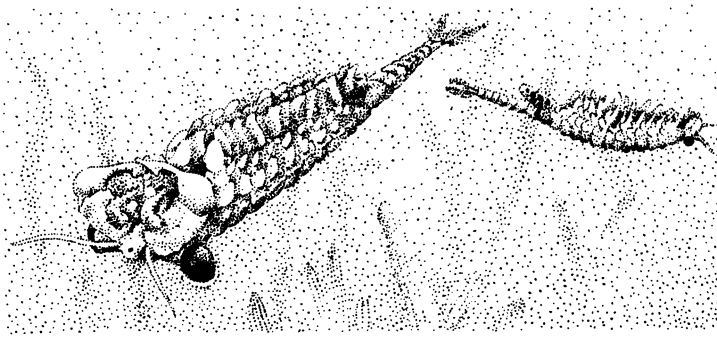
количество подобных «отсеков» велико. Подобное строение имеет также сердце паукообразных, многоножек и насекомых.

Хорошо развитое сердце необходимо всем активно передвигающимся животным. Но если животное малоподвижно или вообще всю жизнь проводит на одном месте, то и сердце у него будет максимально упрощено или будет отсутствовать вовсе.

НОГИ — ЖАБРЫ — РУКИ

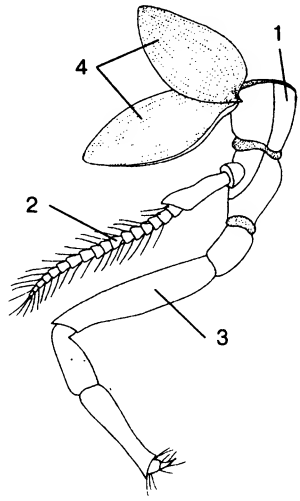
Можно ли дышать руками, передвигаться на жабрах, а есть ногами? Можно, если вы ракообразное.

Нога ракообразных (это хорошо известные вам раки, мокрицы, креветки, морские желуди, крабы, дафнии, циклопы) состоит из члеников (за что эти животные и получили своё название). Но, кроме того, она состоит из двух



Жаброног

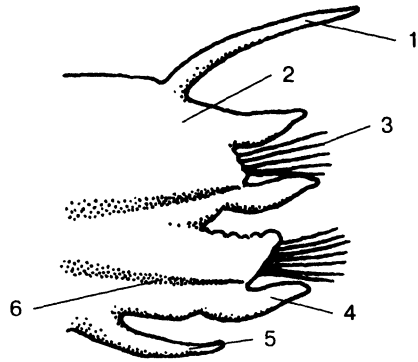
ветвей. Подобное строение конечностей было отмечено ещё у предков членистоногих — кольчатых червей, «ножки» (параподии) которых также были двуветвистыми, точнее двулопастными. Примером двуветвистой лапки являются грудные ноги примитивного ракообразного — жабронога. Это маленький рачок длиной немногим более 5 мм. Его конечности, с помощью которых он плавает, состоят из двух ветвей, одна из которых превратилась в листовидную жабру. Активно двигая ногами, рачок ловит пищу: мелкие пищевые частицы и водоросли. Получается, что с помощью ног жаброног и передвигается, и дышит, и вылавливает пищу.



Нога жабронога:

1 — основание (протоподит); 2 — наружная ветвь; 3 — внутренняя ветвь; 4 — дыхательные придатки

У более высокоорганизованных ракообразных, таких, как речной рак или крабы, грудные ноги приспособлены лишь для выполнения своей основной функции — передвижения, потому и называются они ходильными. Тем не менее в их основании есть небольшие жабры, вторые ветви конечностей, так что даже высокоорганизованные раки дышат ногами.



Параподии многощетинкового червя:

1 — спинной усик; 2 — спинная ветвь параподии; 3 — щетинки; 4 — брюшная ветвь параподии; 5 — брюшной усик; 6 — жёсткие опорные щетинки в мясистой части параподии

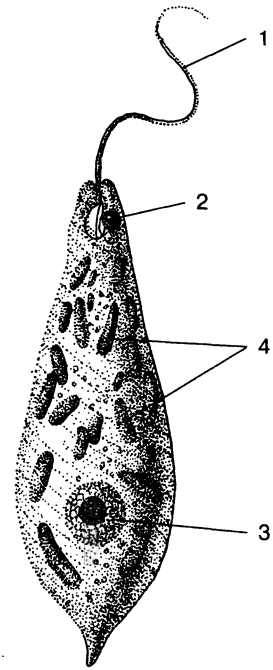
Ноги жаброногa — свидетельство большой древности этих ракообразных. Схожие двуветвистые конечности были у древних вымерших членистоногих — трилобитов, живших около 550 миллионов лет назад, в кембрийский период.

ГЛАЗА БЫВАЮТ РАЗНЫЕ

Способность видеть — очень важное свойство животных, позволяющее им получать информацию об окружающем мире. Наблюдая, что происходит вокруг, можно ориентироваться в пространстве, находить пищу, вовремя заметить приближение хищника и т. д. Но далеко не у всех животных есть органы зрения. Некоторым они не нужны, поскольку они жи-

вут в полной темноте. Но и среди зрячих животных органы зрения — глаза — очень различаются. Совершим небольшой экскурс по животному царству.

Как вы думаете, что видит эвглена? Наверное, скажете: ничего. И будете не совсем правы. У нее есть светочувствительная органелла — глазок, или стигма. Она, конечно, не видит окружающий мир, как мы, но отличает свет от тьмы. Эта способность ей очень нужна. Ведь эвглена и ещё целый ряд жгутиконосцев могут фотосинтезировать. А для фотосинтеза нужен свет. Попав в темноту, эвглена может почувствовать это и начать поиски освещенного места. Движение по направлению к свету называется фототаксисом.



Эвглена:
1 — жгутик; 2 — глазок (стигма); 3 — ядро; 4 — хлоропласты

Но всё же это ещё не глаз. А вот у медуз глаза есть, и много. У большинства гидроидных медуз глаза представлены глазными ямками, дно которых выстлано светочувствительными, или ретинальными, клетками. Подобные ретинальные клетки есть и в наших глазах. Такие глазные ямки способны чувствовать

лишь наличие или отсутствие света. У сцифоидных медуз глаза более сложно организованы. Они пузыревидные, то есть имеют замкнутую оболочку. Такие глаза имеют роговицу и даже хрусталик. Но, несмотря на это, видят они тоже только свет. Глаз у медуз может быть много. Они расположены у основания щупалец.

Число глаз у ресничных червей может доходить до нескольких десятков, хотя иногда их всего лишь пара. Они называются глазными бокалами. Интересны они тем, что их светочувствительные клетки располагаются не вперёд, навстречу свету, а обращены к телу животного. Поэтому свет проходит сначала через весь бокал глаза и через всё тело светочувствительной клетки и только потом попадает на светочувствительные окончания зрительных клеток. Можно сказать, что глаза планарий смотрят друг на друга. Интересно, как планарии видят мир?

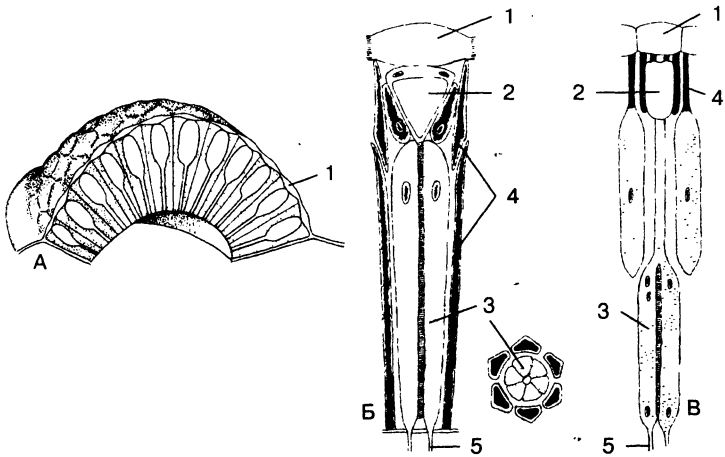
А вот их паразитическим собратьям — сосальщикам глаза не нужны. Зачем они им, если животное большую часть жизни находится внутри тела своего хозяина. Глазки имеет лишь одна их личиночная стадия, которая является свободноживущей. Это наводит на мысль, что когда-то очень давно предки сосальщиков не были паразитическими животными и имели органы зрения.

Где только не располагаются глаза различных моллюсков: у их предков — кольчатых червей — они располагались на жабрах, у двуствор-

чатых моллюсков — на сифонах и жабрах, у брюхоногих моллюсков — на щупальцах.

Все перечисленные типы глаз: глазная ямка, перевернутый глазной бокал, пузыревидные глаза — повторяются у различных животных. Но есть представители животного царства с очень специфическими органами зрения. Например, головоногие моллюски, глаза которых по строению очень похожи на человеческие (им мы посвятили отдельный рассказ).

Очень сложные глаза у многих членистоногих. Они состоят из шестигранных сегментов-омматидиев, или фасеток, собранных вместе. С виду глаз кажется единым, но если пригля-



Фасеточный глаз насекомых:

А — общий вид; Б — строение отдельной фасетки дневного насекомого; В — то же ночного насекомого; 1 — прозрачная хитиновая кутикула; 2 — хрустальный конус; 3 — светочувствительные клетки; 4 — прослойки пигмента между светочувствительными клетками; 5 — нервные волокна

деться, то можно заметить, что он состоит из множества ячеек. Каждая фасетка видит свою часть изображения. Образ, поступающий от каждой из фасеток, складывается в мозге с остальными. Так получается единая картинка, собранная из частей, словно мозаика.

Сложность организации не обязательно подразумевает сложность строения органов чувств. Например, у довольно сложно организованных малощетинковых червей и большинства иглокожих глаз нет, но на покровах тела имеются светочувствительные клетки. То есть они видят мир на уровне эвглены.

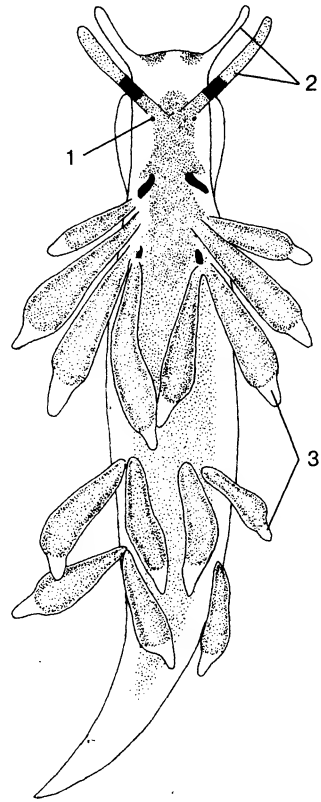
ЖАБРЫ НАГОЛО

Многие животные защищают своё тело или же наиболее важные органы, скрываясь под броней раковины, в надежном панцире, под охраной костей. Но из любого правила есть исключения. Некоторые представители животного царства, наоборот, выносят жизненно важные органы на поверхность тела. Например, органы дыхания — жабры.

Так происходит у своеобразной группы брюхоногих моллюсков, которые так и называются: голожаберные. Формой тела эти морские моллюски напоминают слизней, зачастую гораздо более крупных, чем настоящие, сухопутные. Спина их покрыта цветными отростками, разнообразие окраски и пестрота кото-

рых иногда просто поражают. Это и есть кожные жабры голожаберных моллюсков.

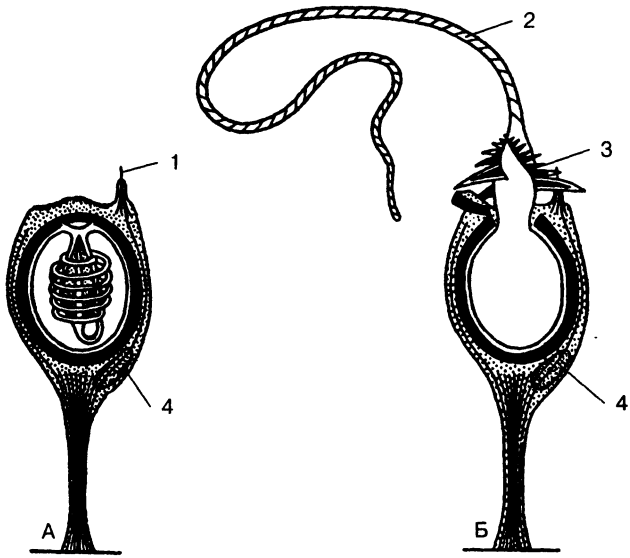
Почему голожаберные моллюски «решились» расположить жабры на поверхности тела, да ещё и обозначить их яркой окраской? Ведь они будут заметны многим хищникам, особенно высокоорганизованным животным, которые различают цвета, таким, например, как головоногие моллюски. Но они не случайно дразнят хищников яркой окраской. Хищникам известно, что чем ярче животное, тем оно более ядовитое. Такая окраска предостерегает хищника.



Голожаберный моллюск:
1 — глаза; 2 — щупальца; 3 — вторичные жабры

Может, и голожаберные моллюски предупреждают врага: не ешь меня, пожалеешь! Но чем может угрожать мягкотелый моллюск, не имеющий яда? Оказывается, в арсенале голожаберных моллюсков есть не менее грозное и эффективное оружие.

Голожаберные моллюски очень любят, ползая среди кораллов или гидроидов, поедать



Стрекательные клетки кишечнополостных:

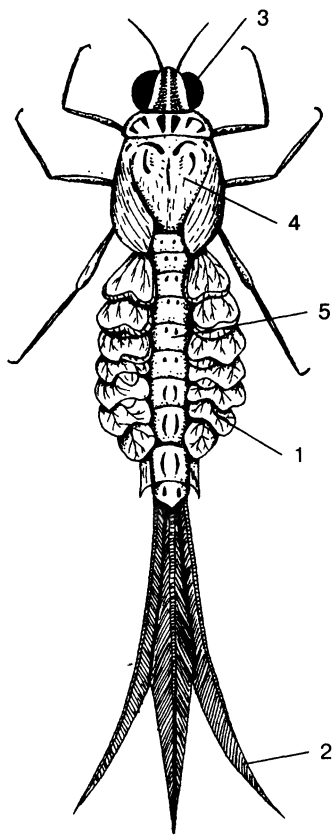
А — до выстреливания; Б — после выстреливания; 1 — чувствительный щупик; 2 — стрекательная нить; 3 — зубцы на нити; 4 — ядро клетки

полипов, соскребая их с помощью радулы. Но переваривают они полипов не полностью, оставляя стрекательные клетки невредимыми. Голожаберные моллюски имеют одну интересную анатомическую особенность. Их печень имеет множество ответвлений, которые заходят в кожные жабры (по сути дела, пищеварительная система заходит в дыхательную!). По отросткам печени стрекательные клетки из кишечника попадают в покровы жабер и располагаются на поверхности. Таким образом у голожаберных появляется отличная защита от хищников, «позаимствованная» у жертв.

ЖАБРЫ ИЛИ ТРАХЕИ?

В обычных прудах, реках, озерах и даже лужах живут личинки насекомых, которые совсем не похожи на взрослых животных, в которых они потом превращаются, — это личинки подёнок.

В воде личинки мало заметны, но если всё же удалось одну из них поймать, то в лупу её легко можно разглядеть. Как у всех насекомых, тело личинки поденки состоит из головы, груди и брюшка. На груди, как положено, находятся три пары ног. На конце брюшка имеются, как правило, три хвостовые нити, с помощью которых личинка, порой очень быстро, плавает в воде. Но нас интересует не эта особенность строения личинки. Каждый брюшной сегмент несет пару лепестковидных выростов. Иногда они имеют форму ветки



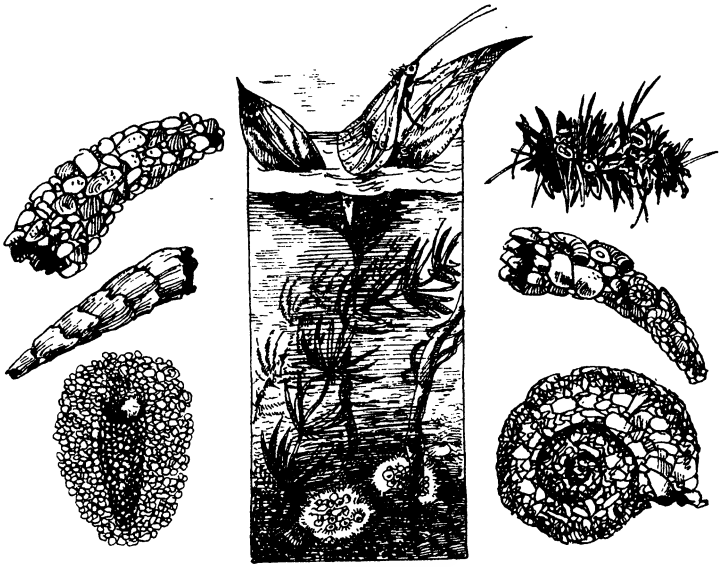
Личинка подёнки:
1 — жабры, пронизанные трахеями; 2 — хвостовые нити; 3 — голова; 4 — грудь; 5 — брюшко

или вилки. Это жабры, причем трахейные. Мы уже говорили, что у насекомых дыхательная система образована трахеями — мельчайшими жесткими трубочками, которые уходят в глубь тела и многократно ветвятся, доставляя кислород ко всем клеткам.

Трахеями образована и дыхательная система личинок подёнок. Как и у всех насекомых, их трахеи заканчиваются крошечными трубочками, подводящими кислород к тканям. А вот начинаются трахеи не отверстиями на поверхности тела насекомого, а в жабрах. Жабры личинки представляют собой тонкие выросты покровов тела, сплошь пронизанные трахеями. Чтобы улучшить дыхание, личинки двигают жабрами, создавая непрерывный ток воды вокруг жабр, сами они при этом могут оставаться неподвижными.

Такие же наружные жабры можно обнаружить у пресноводных личинок других насекомых — ручейников. Они наверняка вам хорошо знакомы: зачастую на прибрежной отмели пруда легко заметить их шевелящиеся палочковидные домики, которые неспешно ползут по дну.

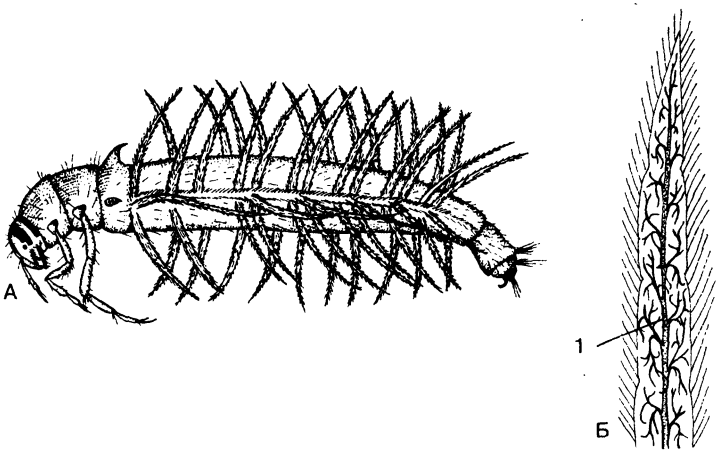
На брюшке ручейника тоже есть жабры, но они не такие, как у личинки поденки. Это светлые нежные нитевидные выросты, объединенные в пучки. Это тоже трахеи. Само брюшко личинки ручейника тоже очень нежное. Поэтому большинство ручейников строят домики, а правильнее сказать — чехлики.



Домики личинок ручейников

Они состоят из песчинок, маленьких фрагментов веточек, листочков, небольших раковин моллюсков. Если бы домик был замкнутым, могли бы возникнуть проблемы с дыханием, потому что внутрь поступало бы очень мало воды. Поэтому личинки ручейника строят сквозной чехлик, который имеет как входное, переднее отверстие, так и выходное, заднее. Таким образом в чехлике создается постоянный ток воды, которая омывает жабры и делает дыхание более эффективным.

Насекомые, в отличие от других членистоногих, ракообразных, отказались от настоящих жабр. Это связано с тем, что насекомые предпочли жить на суше. А в наземной среде



Личинка ручейника:

А — общий вид личинки, вынутой из домика (жабры изображены в приподнятом состоянии, у живой личинки они прижаты к телу); Б — строение жабры. 1 — ветвящаяся трахея

жабры малоэффективны, если их не спрятать под панцирь, как это делают наземные ракообразные — мокрицы. Но в этом случае воздух должен быть достаточно влажным, чтобы жабры функционировали. То же самое произошло и с позвоночными животными. Первые земноводные утратили жабры (за исключением их личинок) и перешли к легочному дыханию, которое гораздо более эффективно в наземной среде. Этот тип дыхания свойственен всем наземным позвоночным, и человеку в том числе.

Но что делать, если хотя бы часть жизни проходит в воде? И водные (чаще всего полуводные) насекомые решают эту проблему разными способами. Некоторые из них вернулись к жабрам. Но это уже не те жабры, что

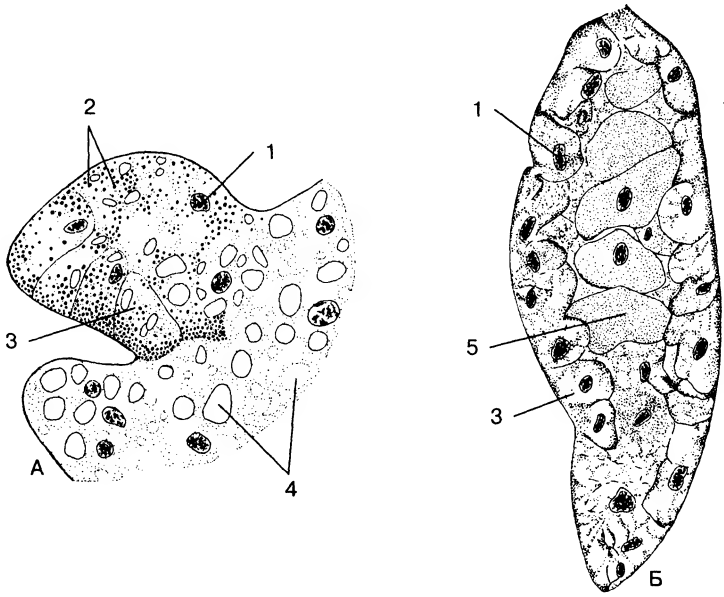
были у ракообразных. Эти органы дыхания трахейные, как и у наземных членистоногих. Правда, надо отметить, что далеко не всегда у взрослых животных или их личинок переход к водному образу жизни сопровождается воссозданием жабр в том или ином виде. Водные млекопитающие — киты и дельфины — ими обзаводиться не стали.

КУДА СЛОЖИТЬ ВСЕ НЕНУЖНОЕ?

Чтобы избавиться от продуктов обмена веществ и вывести их из организма, животные идут на разные ухищрения. Именно с этой целью появилась выделительная система — комплекс органов, отвечающий за очищение организма от ненужных и вредных веществ. Как считают некоторые ученые, с функцией выделения связано и появление в эволюции наружного скелета. Когда-то животные научились выводить из своего тела лишние соли, которые кристаллизовались на внешней поверхности тела в виде отдельных щетинок и чешуек и со временем срастались. Так постепенно появилась первая раковина. Нечаянно приобретенная, раковина оказалась очень выгодной, она сохранилась и становилась всё более разнообразной по конструкции. Так ненужная вещь стала полезной. До сих пор часть вредных веществ из тела насекомых просто откладывается в их покровах.

Но можно отработанные вещества хранить и внутри тела. В вакуолях некоторых клеток отработанные вещества иногда остаются на вечное хранение.

Бывает так, что целые органы работают для того, чтобы сохранять внутри себя продукты обмена веществ. Это так называемые «почки накопления». Их составляют особые клетки, которые располагаются около сердца в особом органе — жировом теле. Этот орган



Жировое тело насекомого:

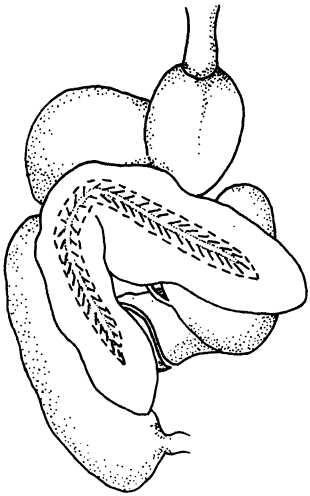
А — разрез лопасти жирового тела жука-плавунца; Б — разрез лопасти жирового тела таракана; 1 — ядра клеток; 2 — гранулы; 3 — жировые клетки (границы при полном заполнении жиром становятся почти незаметными); 4 — жировые капли; 5 — клетки с симбиотическими бактериями

Светляки

многофункционален. Одна его часть содержит вредные вещества, а другая, наоборот, запасает полезные, питательные. За счет хранения последних насекомое переживает неблагоприятные условия, когда нет возможности добывать достаточно пищи. У жуков-светляков жировое тело обладает ещё одной функцией, без которой светляки не были бы светляками: оно светится.

ПЕЧЕНЬ ПЕЧЕНИ РОЗНЬ

Печень — одна из самых крупных желез в нашем организме. И выполняет она не одну, а несколько функций (подробнее об этом читайте в отдельном рассказе, посвященном печени



Печень хитона

человека). Но когда появилась первая печень, и всегда ли она была такой, как у нас? Попробуем узнать об этом побольше.

Печень впервые появилась около 550 миллионов лет назад у моллюсков. Ни у червей, ни у кишечнополостных, ни тем более у губок печени нет.

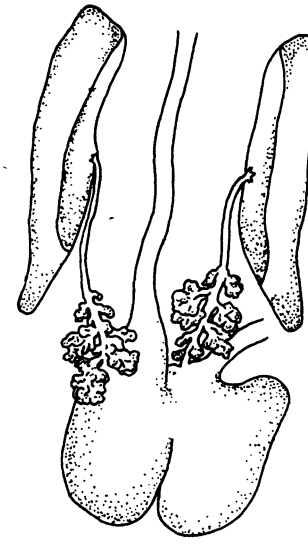
Печень моллюсков двухлопастная. У человека печеночный проток впадает в отдел средней кишки — двенадцатиперстную кишку, прямо рядом с протоком поджелудочной железы, с которой они связаны не только расположением, но и происхождением. А у моллюсков проток печени впадает не в кишечник, а в желудок. Здесь секрет, выделяемый печенью, участвует в переваривании углеводов. Заметьте, что ферменты нашей печени переваривают жиры. А у брюхоногих, двустворчатых и моноплакофор в желудке есть ещё особое приспособление — хрустальный столбик, который, растворяясь, выделяет ферменты, переваривающие углеводы.

В нашу печень пища не попадает и не переваривается в ней, а в печени моллюсков происходит внутриклеточное пищеварение путем

фагоцитоза. Также здесь всасываются питательные вещества, получившиеся в результате переваривания, что тоже чуждо печени человека. Эту функцию у нас выполняет кишечник.

Может, это и не печень, раз она впадает не в кишечник, всасывает пищу и вообще «ведет себя неправильно»? Оказывается, всё не так просто. Двенадцатиперстная кишка человека во время эмбриогенеза образуется из одного зародышевого листка — энтодермы, а наш желудок — из другого, из эктодермы. У моллюсков все происходит немного иначе. Родоначальницей средней кишки и желудка является энтодерма. То же самое происходит и у плеченогих, или брахиопод. Значит, проток печени «правильно» впадает в начало энтодермального отдела кишечника — в желудок. Так что расположена печень моллюсков на самом деле там же, где и у нас.

Особняком стоят головоногие, ведь их печень приобрела больше функций, чем у других моллюсков. К тому же у них протоки печени усажены маленькими островками клеток, которые в совокупности ученые называют поджелудочной железой.

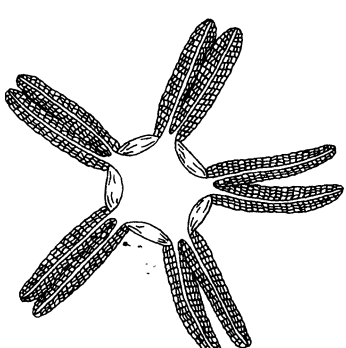


Печень каракатицы

Её ферменты переваривают полисахариды, как и у человека.

Способность не только выделять пищеварительные ферменты, но и переваривать внутри клеток, а также всасывать пищу сохранилась у парной печени ракообразных. У них печень переваривает и белки, и жиры, и углеводы. Но впадает её проток уже не в желудок, а в начало энтодермальной средней кишки, ведь желудок у них другого происхождения, в отличие от моллюсков, он — эктодермальный.

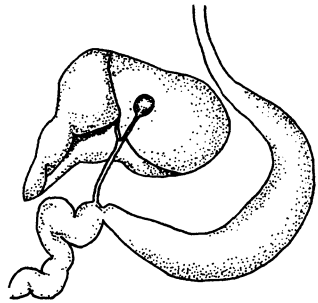
У хелицеровых и насекомых печень — это выросты кишечника. Если у подавляющего большинства беспозвоночных секрет печени попадает в просвет желудочно-кишечного тракта, то некоторые паукообразные используют его по-иному. Вместе с секретом слюнных желез они впрыскивают его в тело жертвы, переваривая ткани добычи внутри её собственных покровов. Такое пищеварение называется наружным.



Печень иглокожих

Хищные морские звезды и некоторые асцидии имеют печеночные выросты или придатки, куда заходит пища. Здесь же завершается последний этап переваривания — внутриклеточное пищеварение.

Необычно развивается печень бесчелюстных позвоночных — миног. У личинок она, как «обычная» печень, соединена с кишечником протоком. Но у взрослых животных этот проток исчезает и печень функционирует уже как железа внутренней секреции, выделяя в кровь биологически активные вещества.



Печень ящерицы

У костных рыб впервые появляется неотъемлемая часть печени — желчный пузырь. Они же становятся первыми среди позвоночных обладателями поджелудочной железы, которая представляет собой островки клеток, такие же, как у головоногих моллюсков.

Только с выходом на сушу позвоночные животные (первыми из них были земноводные) обзавелись обособленной поджелудочной железой, которая стала привычно для нас располагаться на левой стороне тела, под желудком, оправдывая таким образом своё название. Очень крупны печень и поджелудочная железа у птиц. Это, видимо, связано с интенсивным обменом веществ этих летающих животных.

Как видите, под названием «печень» собрано огромное разнообразие пищеварительных желез схожего положения и функций. Это понятие гораздо шире, чем мы его представляем.

Но самое главное, что объединяет все печени, — её проток впадает в начало энтодермальной части пищеварительного тракта.

ВМЕСТИЛИЩЕ ДЛЯ БАКТЕРИЙ

На глубине сотен метров в морской пучине есть оазисы жизни. Это не те оазисы, которые может встретить изможденный жарой странник в пустыне. Тем не менее кое-что их роднит. На глубине сотен и тысяч метров представители животного мира не столь разнообразны, как на мелководье. Сюда не поступает солнечный свет, пища скудна. Здесь выживают лишь немногие морские обитатели. Представим, что мы плывем в маленькой подводной лодке где-нибудь в Тихом океане на глубине двух километров. Лодка проходит над самым океанским дном, совсем близко. В иллюминатор можно различить всех животных, которые встречаются на пути. Вот справа по борту раскачивается волнами, производимыми подводной лодкой, кажущаяся совсем хрупкой морская лилия. Она словно наклоняет свои «руки» то влево, то вправо. Похожая на перезревший огурец полупрозрачная голотурия, усаженная причудливыми выростами, закапывается в ил. От этого над дном появляется облако мути. Освещенные лучами прожекторов глубоководные рыбы шарахаются в стороны. На многие метры вокруг можно

встретить редких животных, словно путников, заплутавших в огромной подводной пустыне. За бортом постоянная небольшая отрицательная температура.

Прямо перед иллюминаторами появляется креветка и сразу же начинает усердно скрываться от преследователя. За ней из темноты возникает ещё одна, затем мы снова видим испуганное ракообразное. И вот креветки уже проплывают не по одной, а по три-четыре. Их становится все больше, пока мы не попадаем в настоящее креветочное облако. Откуда их столько в этой почти безжизненной пустыне? Вот облако креветок «расступается», словно открывается театральный занавес. Декорации сменяются, и нашим глазам предстает сказочный замок! Из его башен вырываются мутноватые клубы горячей воды. Это вовсе не башни, а трубы фантастической фабрики жизни — всё живое ютится вокруг этих горячих труб. Здесь можно увидеть россыпи крупных беловатых моллюсков-калиптоген, трубки, над которыми возвышаются или бесцветные, или ярко-красные султаны и початки щупалец каких-то червей. Между ними ползают деловитые крабы и медлительные брюхоногие моллюски, а вокруг всё так же многотысячной стаей роятся креветки...

Это гидротермальные источники, или «черные курильщики». Именно благодаря им и образовался этот оазис среди полумертвого дна. Из труб «курильщика» бьет вверх горячая вода.

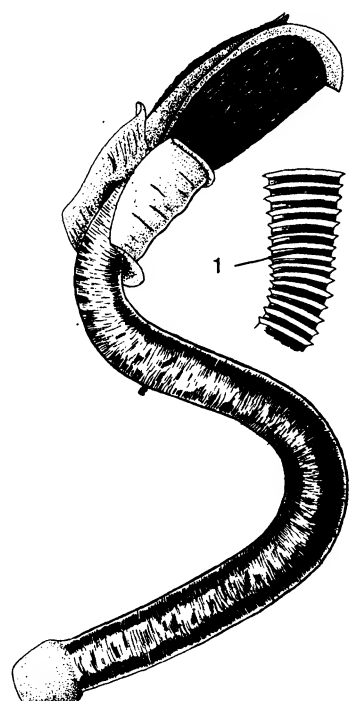
Чёрные курильщики

Обогащенная солями различных металлов, сероводородом, она вырывается из глубин земной коры, словно подводный гейзер. Но животные поселяются рядом с «курильщиком» не для того, чтобы согреться. Так в чем же дело?

Начиная с 1977 года исследователи глубоководных оазисов подняли на поверхность океана множество гидротермальных животных. Удивительным оказалось то, что у са-

мых многочисленных из них, уже упомянутых здесь двустворчатых моллюсков и червеобразных животных, сидящих в трубках, была плохо развита пищеварительная система. Другие были обычными фильтраторами, падальщиками и хищниками.

Огромные, под два метра высотой, червеобразные животные, названные рифтиями, поразили ученых. Такие гиганты на такой глубине! Чем же они могут себя прокормить, тем более что их пищеварительная система недоразвита? На переднем конце тела (точнее, верхнем, потому что эти беспозвоночные сидят в трубках вертикально) располагается ярко-красное початковидное утолщение. Сначала предположили, что это орган для накапливания и запасания питательных веществ, но позже выяснилось, что это не так. Оказалось, что в органе находятся кристаллики серы и серобактерии, которые располагаются прямо внутри клеток, их назвали



Вестиментифера рифтия:
1 — фрагмент трубки

бактериоцитами. Биохимики выяснили, что находящиеся в клетках бактерии окисляют соединения серы, поступающие в организм из богатой сероводородом окружающей морской воды, и питаются таким образом. А червь использует часть веществ, выработанных бактериями, для своего питания. Поэтому-то кишечник ему и не нужен.

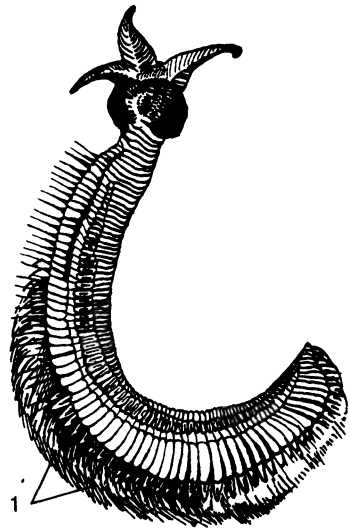
Выяснилось также, что ярко-красный цвет органа, названного трофосомой (от греческого «трофо» — «пища, питаться», «сома» — «тело»), связан с хорошо знакомым нам белком, переносящим кислород, — гемоглобином. Эритроцитов в крови рифтий нет — белок просто растворен в плазме. Но сероводород — яд для дыхания, он будет мешать присоединению к гемоглобину кислорода! Оказывается, кислород присоединяется с одной стороны молекулы гемоглобина, а сероводород — с другой.

Рифтий и похожих на них животных выделили в отдельную группу вестиментифер в типе погонофор. Иногда их выделяют и в самостоятельный тип, настолько своеобразно их строение.

Заметим, что симбиотические бактерии — частые гости внутренних органов самых разных животных, от беспозвоночных и до человека. У нас они, например, населяют кишечник.

Но вестиментиферы — не единственные животные, которые питаются за счёт симбиотических серобактерий. Вспомним крупных двустворчатых моллюсков-калиптоген: в их также

ярко-красных жабрах столь же много гемоглобина. Есть и кармашки, или ячейки, с бактериями. Но пищеварительная система не редуцирована полностью. Эти моллюски могут получать пищу, отфильтровывая её из воды. Такой тип питания называется смешанным, или миксотрофным.



Помпейский червь:
1 — нити серобактерий

В менее длинных трубках, но ближе к самому эпицентру выброса горячей воды, поселяются кольчатые черви альвинеллы, или помпейские черви. С виду — обычный морской кольчатый червь, живущий в трубке, таких в океане предостаточно. Но если его вынуть из трубки, то окажется, что всё его тело окутано какими-то нитями, словно бахромой. Выяснилось, что нити эти полностью состоят из серобактерий. Значит, червь перешел на питание органическими веществами, которые производят бактерии? И да и нет. Действительно, скорее всего, через отверстия на теле, которые находятся в основании бактериальных нитей, поступают питательные вещества. Но червь может и иным способом самостоятельно вылавливать

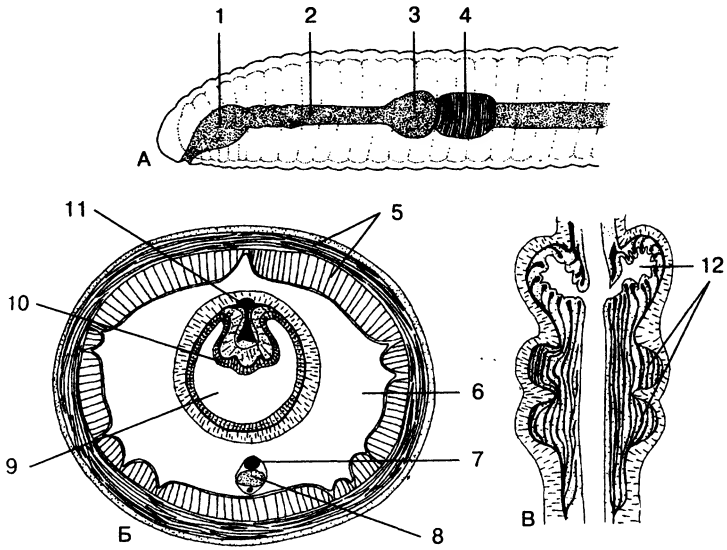
из воды пищу. Получается, по типу питания помпейский червь сходен с калиптогенами.

Позже выяснилось, что не только вестиментиферы, но и другие ранее хорошо известные и совсем не гигантские и не глубоководные погонофоры вступают в симбиоз с бактериями. Найдены оазисы, в центре которых «курильщики» оказались холодными, и участки морского дна, где с водой из земной коры просачивался не сероводород, а метан. В последнем случае симбионтами беспозвоночных животных были метанобактерии.

Лишив себя пищеварительной системы, вестиментиферы нисколько не пострадали от этого. Но если каким-то образом лишить животное трофосомы, оно умрет от голода. Кто знает, может быть, пройдет ещё несколько миллионов лет и калиптогены, помпейские черви и другие миксотрофные животные, обитающие на этих глубоководных оазисах, так же полностью откажутся от вылавливания пищи из воды. А вдруг и у них появятся какие-то органы наподобие трофосомы рифтий? Ведь эволюция ни на миг не останавливается.

САМ СЕБЕ АГРОНОМ

Дождевой червь — усердный труженик. Всю свою жизнь он роет норы, создавая маленькие подземные ходы. Он неустанно ищет и собирает опавшие листья. Даже если лист



Пищеварительная система дождевого червя:

А — продольный срез передней части тела; Б — поперечный срез в средней части тела; В — продольный срез пищевода. 1 — глотка; 2 — пищевод; 3 — железистый желудок; 4 — мускульный желудок; 5 — мышцы; 6 — полость тела; 7 — брюшной сосуд; 8 — брюшная нервная цепочка; 9 — полость кишечника; 10 — тифлозоль; 11 — спинной сосуд; 12 — известковые железы

оказывается больше червя, он все равно упрямо целиком затаскивает его внутрь норки.

Строя подземные ходы, дождевой червь одновременно питается. Он проглатывает порции почвы, оказавшейся на его пути. В желудке все съедобное, что содержится в почве, переваривается, а в средней кишке всасываются все питательные вещества. Для того чтобы всасывание происходило максимально эффективно, на спинной стороне кишки есть складка, кото-

рая называется тифлозоль. За счет нее увеличивается всасывательная поверхность средней кишки. Из анального отверстия выходит почва, обогащенная минеральными веществами, не только теми, которые были в ней до её заглатывания, но и теми, что образовались в результате переваривания органических веществ.

Зачастую для почвы, богатой органическими веществами, характерна повышенная кислотность. Появившийся листовой опад только увеличивает эту кислотность. Поедая частицы почвы и листья, дождевой червь вынужден нейтрализовать пищу: повышенная кислотность вредна для него. Для этого в его пищеводе находятся три пары особых желез, называемых известковыми. Их секрет нейтрализует повышенную кислотность. Кстати, слюнные железы человека также поддерживают в ротовой полости щелочную среду, нейтрализуя кислотность пищи.

Получается, что, пройдя через пищеварительную систему дождевого червя, почва меняет некоторые свои свойства и становится более плодородной. Недаром дождевых червей считают живым удобрением.

ТРИ ЛИСТКА

В природе иногда происходят удивительные события, зачастую больше похожие на чудо, чем на закономерный факт. Например,

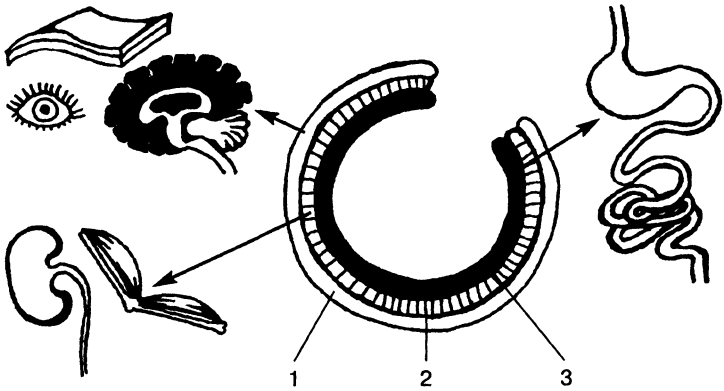
всего лишь из двух клеток — яйцеклетки и сперматозоида — образуется целый сложный организм.

После оплодотворения яйцеклетка — теперь она называется зигота — проходит сложный путь, постепенно превращаясь в маленький новый организм.

Вначале она просто делится, образуя многоклеточный зародыш — бластулу. Бластула представляет собой просто шарик из клеток с полостью внутри. Далее группы клеток начинают перемещаться в определенные участки этого зародыша. Эта стадия называется гаструлой, а процесс — гаструляцией. Перемещение происходит не случайным образом. Каждая группа клеток в будущем образует определенные органы и даже системы органов. Но сначала они подразделяются на зародышевые листки.

У самых низкоорганизованных беспозвоночных животных, таких как кишечнополостные, зародышевых листков всего два — энтодерма, образующая внутренний слой гастральных клеток, и эктодерма, которая формирует покровы.

Более высокоорганизованные животные — большинство беспозвоночных и все позвоночные животные — имеют уже три зародышевых листка. Помимо эктодермы и энтодермы у них есть ещё средний листок, который называется мезодермой. Она может образовываться из группы клеток, или же её формируют немногочисленные отдельные клетки — телобласты.



Три зародышевых листка и основные системы органов, образующиеся из них:
1 — эктодерма; 2 — мезодерма; 3 — энтодерма

У каждого листка своё предназначение. Рассмотрим их на примере человека. Из эктодермы образуется поверхностный эпителий кожи, некоторые отделы пищеварительной системы, глаза и частично зубы, органы чувств, нервная система. Энтодерма является родоначальницей большей части пищеварительного тракта, в том числе таких желез, как печень и поджелудочная железа, многих желёз внутренней секреции, органов дыхания и частично выделения. На долю мезодермы приходится образование скелета и скелетных мышц, кровеносной системы, частично органов выделения, а также всей соединительной ткани, которая участвует в образовании опорных структур организма, на которых крепятся внутренние органы.

Интересно, что зачастую один орган или система органов образованы различными за-

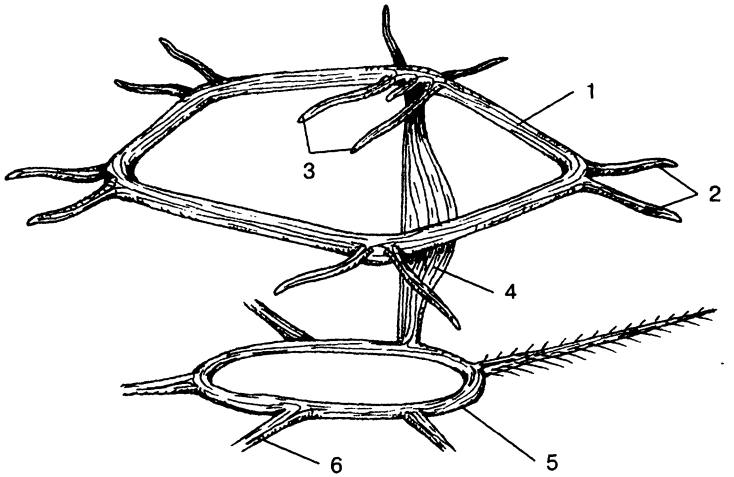
родышевыми листками: одну часть «построила» мезодерма, другую — эктодерма, а некоторые участки сложены клетками энтодермы. Так все три зародышевых листка участвуют в построении нашего организма.

ВСЁ НЕ КАК У ВСЕХ

Иглокожие — ужасно интересные животные. У них всё не как у других беспозвоночных. Кровеносная система есть, но сильно редуцирована. Происходит она от первичной полости тела и, значит, должна быть незамкнутой. Но она, даже не имея настоящих сосудов, оказывается замкнутой! Как это?

Как мы выяснили ранее, кровеносные сосуды образуются с появлением целома. Есть он и у иглокожих. Однако у этих странных животных и целом «не удержался» от того, чтобы не сделать что-нибудь странное. От общего целома, окружающего внутренние органы, отделились дополнительные каналы, тянущиеся в лучи тела. Это так называемая псевдогемальная, или ложнокровеносная, система. Она на всём своём протяжении сопровождает нервную систему и служит для её питания, а также для защиты: нервы, окружённые каналами с жидкостью, надёжно защищены от сдавливания и травм.

А в перегородках псевдогемальной системы проходят лакуны настоящей кровеносной



Кровеносная система иглокожих:

1 — аборальное кольцо; 2 — ветви к половым железам; 3 — ветви к кишечнику; 4 — осевой орган; 5 — оральное (околоротовое кольцо); 6 — радиальные каналы

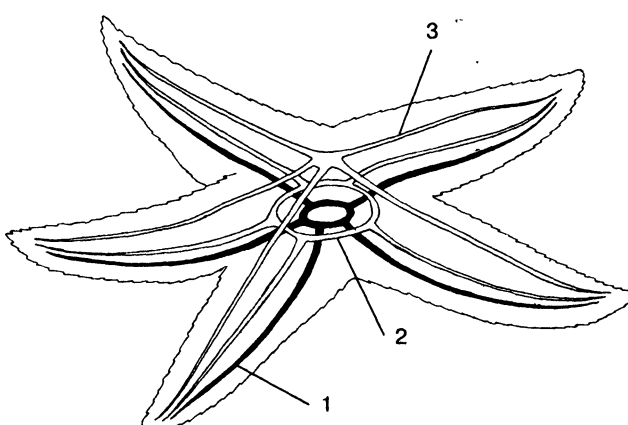
системы! Именно поэтому она оказывается замкнутой: её со всех сторон окружают стенки псевдогемальных каналов. И у псевдогемальной, и у кровеносной систем есть два кольца, расположенные в верхней и нижней частях тела иглокожего. От каждого из колец отходят радиальные каналы, разносящие питательные вещества во все части тела животного. Верхние и нижние кольца соединены тяжем, который называется осевым органом. Помимо кровеносных лакун, в нем располагаются клетки, отвечающие за выведение продуктов обмена веществ. Однако на этом чудеса не заканчиваются.

У человека, как вы наверняка знаете, нервная система одна: она состоит из головно-

го и спинного мозга и нервов, которые отходят от них. А у морского ежа, например, нервных систем три! Располагающаяся в нижней части тела называется эктоневральной, в середине тела — гипоневральная, а вверху — периневрaльная. Каждая из них имеет в центре тела или утолщение, или кольцо, от которого отходят тяжи.

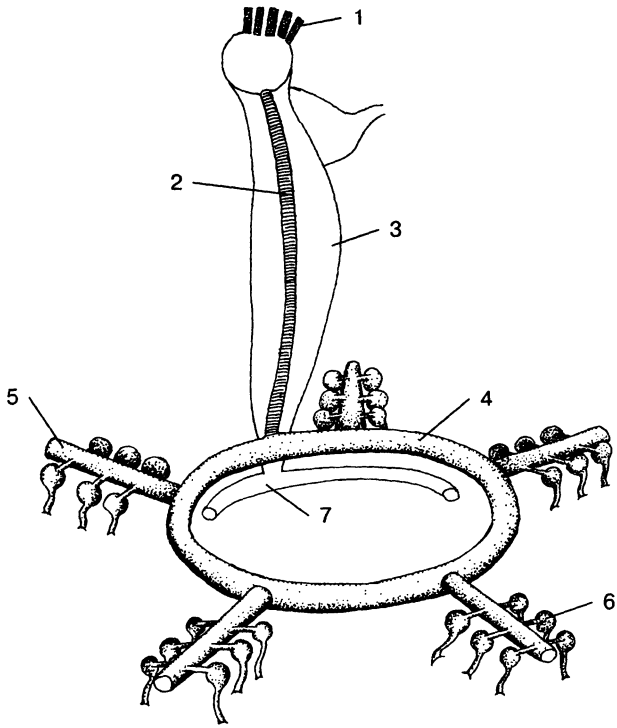
У каждой нервной системы свои задачи. Верхняя контролирует органы чувств, средняя — внутренние органы, в нижняя — амбулакральные ножки. А это ещё что такое?

Амбулакральная система — ещё одна производная целома. На верхнем полюсе тела, например, морской звезды есть мелкие входные отверстия, через которые вода попадает в тело животного. Сначала она попадает в кольцевой канал, от которого в каждый луч морской



Нервная система иглокожих:

1 — эктоневральная; 2 — гипоневральная; 3 — аборальная



Амбулакральная система:

1 — мадрепоровая пластинка («забортный фильтр»); 2 — каменистый канал; 3 — осевой синус; 4 — оральное кольцо амбулакральной системы; 5 — радиальный амбулакральный канал; 6 — ампулы амбулакральных ножек; 7 — кольцо перигемальной системы

звезды отходят радиальные каналы. По их бокам идут мелкие каналы, на конце которых находится полая ножка. Нагнетая воду в различные ножки, морская звезда может вытягивать и втягивать их и таким образом ходить по дну. Такой функции целомической полости нет ни у кого больше!

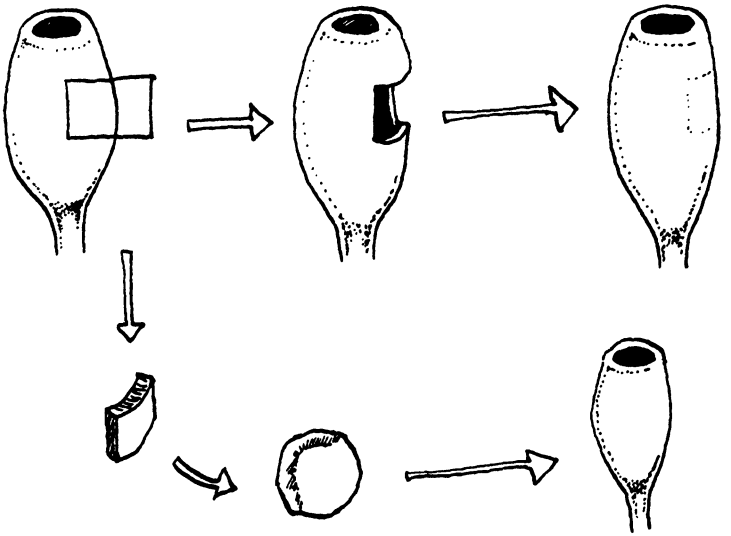
РЕГЕНЕРАЦИЯ

Жизнь одноклеточной амебы довольно проста: делись себе на две части, образуя копии самой себя. Бесконечно делясь, амеба является почти бессмертной, ведь в каждой новой амебе есть частичка той, первоначальной, «первородной» клетки.

Чем сложнее устроен организм, тем сложнее воссоздать ему даже часть себя. Человек, например, не может вырастить потерянную руку или хотя бы зуб. Но у многих беспозвоночных сохраняется чудесное свойство восстанавливать утерянные части своего тела. Этот процесс называется регенерацией. Чем проще устроен организм, тем легче и успешнее происходит регенерация его поврежденного тела. Возьмем, к примеру, губку.

Разрушить её скелет ничего не стоит. Протерли на терке, просеяли через сито, — и всё, нет губки, только отдельные, разрозненные иглы скелета и клетки. Но клетки эти продолжают жить, собираются вместе, строят новый скелет и через некоторое время формируют новую губку. Если разрезать губку на несколько частей, то из каждой части вырастет новая.

То же и с кишечнополостными. Если лишить гидру двух-трех щупалец, на их месте вырастут новые. Снова возьмем тёрку и протрем через нее гидру. И что же, она не просто жива, но ещё и каждый фрагмент дал новое животное.



Регенерация губок

Не менее живучи и плоские черви. Разрезав планарию на 280 частей, можно получить 280 маленьких планарий: из каждого кусочка вырастет новое животное. Новому животному даже не важно, из какой части тела образовываться. Если разрезать планарию всего лишь на две части — голову и хвост, то голова вырастит хвост, а хвост обзаведется новой головой.

Особенно важно это свойство для животных, которые подвергаются нападению более ловких, чем они, хищников. Высокая способность к регенерации позволяет животным использовать удивительную уловку — самокалечение, или аутотомию. Но это тема следующего рассказа.

АУТОТОМИЯ

Как можно спастись от хищника? Первое, что приходит в голову — как можно быстрее убежать и надеяться, что не догонит. Некоторые животные так и делают. Но не у всех есть быстрые ноги, да и хищники тоже очень проворны. Другие животные никуда не убегают, а ведут спокойный, размеренный образ жизни, но их тело или раковина имеют маскирующую окраску, чаще всего под поверхность, на которой они сидят: листик, камень, песок и т. д.

Иные, наоборот, ярко окрашены и заметны. Но они несъедобны, поскольку содержат яд. А есть такие животные, которые вполне съедобны для хищника, но окрашены так же ярко. Это камуфляж — они имитируют окраску ядовитого животного.

Некоторые животные ощетинились иглами, колючками, шипами, так что схватить их не так-то просто. И, наконец, другие не ждут, когда их сцапает голодный неприятель, а активно защищаются, пуская в ход лапы, клешни, когти и прочие средства защиты.

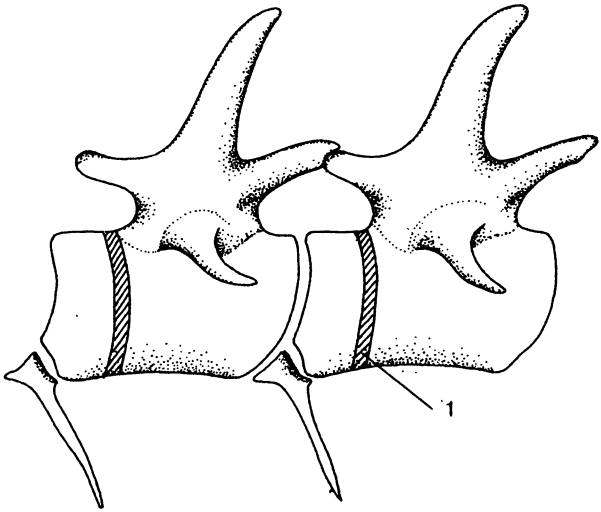
Но есть ещё один способ остаться в живых при встрече с врагом. Надо просто обмануть его, как это делают животные, подражающие ядовитым собратьям. Только вот цена этого обмана довольно велика — нужно отдать на съедение хищнику часть себя, чтобы лучшая и большая часть успела ускользнуть. Этот способ называется аутотомией, или самокалечением.

Один из примеров аутотомии вам хорошо известен. Когда на ящерицу нападает недруг и хватает её за хвост, бедная рептилия отбрасывает часть его. Хищник хватает извивающуюся жертву, в то время как сама ящерица убегает.

Так животному приходится жертвовать своим хвостом, который достается на обед хищнику, ради спасения жизни. Ящерица отбрасывает хвост не при каждом прикосновении. Вы можете дотронуться до него, погладить, но он останется на месте. Механизм действия заключается в следующем.

Хватая ящерицу за хвост — а именно эта часть тела чаще всего оказывается в зубах хищника, — недоброжелатель причиняет ей боль. Сигнал о причиненной боли идет по нервным окончаниям в спинной мозг, где находится специальный центр, который дает команду на резкое сокращение особой группы мышц. Они сокращаются, переламывают позвоночник, сжимают сосуды, чтобы не было кровотечения, и отделяют хвост от тела. Позвоночник отламывается в том месте, где располагается особая хрящевая пластинка, специально предназначенная для этого.

Хвост — очень важный для ящерицы орган, так что никогда не хватайте несчастную за хвост, чтобы посмотреть, как она его отбросит. Но в природе существуют примеры, когда животные отдают врагу ещё более важные части тела и органы.

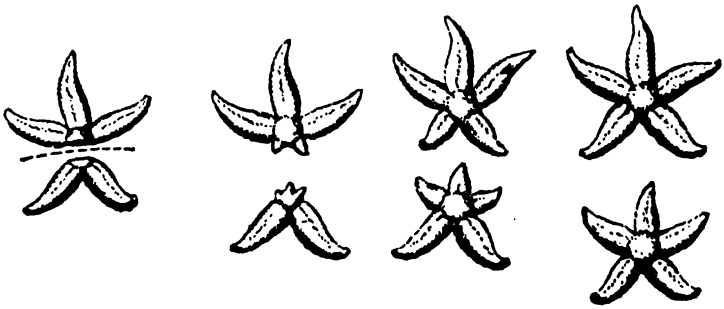


Хвостовые позвонки ящерицы:

1 — хрящевая неокостеневающая прослойка в теле позвонка, по которой происходит разлом.

Рак может пожертвовать клешней, некоторые двустворчатые моллюски — сифоном, а кишечнополостные и некоторые кольчатые черви — своими щупальцами. Но наиболее удивительной способностью калечить себя и при этом выживать обладают иглокожие. Например, существуют морские ежи, которые при опасности распадаются на части, а каждая из частей потом вырастает в нового морского ежа. Не уступают им и морские звезды. Удобнее всего схватить морскую звезду за один из её лучей. Подобно ящерице, звезда сокращает мышцы, и схваченный луч отпадает.

Казалось бы, всего лишь пятая часть тела, не большая жертва, чем у ящерицы. Но это не



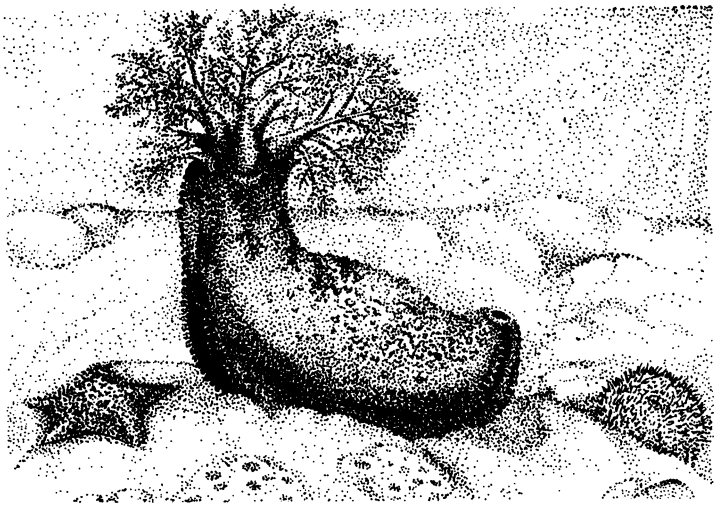
Регенерация морской звезды

так. Когда ящерица отбрасывает хвост, наибольший урон наносится позвоночнику, нервной системе, а также теряются некоторые кровеносные сосуды и мышцы. Морская звезда теряет значительно больше фрагментов жизненно важных органов. В каждом из лучей звезды есть половые железы, выросты печени, каналы амбулакральной системы, три ветви нервной системы и лакуны кровеносной системы. Чуть позже все эти системы органов достраиваются, и потерянный луч восстанавливается. Если, обескураженный таким развитием событий, хищник не съедает потерянный луч морской звезды, то последний далеко не всегда погибает. У некоторых морских звезд из него вырастает новый организм, восстанавливающий и недостающие лучи, и центральный диск. Было бы замечательно, если бы из отброшенного хвоста ящерицы вырастало бы целое животное!

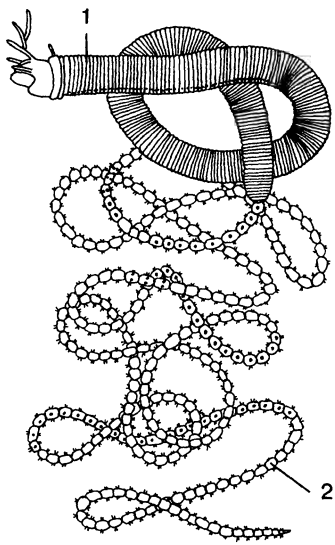
Ещё более самоотверженны некоторые голотурии. При нападении хищника они выбрасывают навстречу ему все свои внутренние ор-

ганы, облепляющие его противной слизью. Сама голотурия успевает скрыться, зарывшись в ил. Если подобное произойдет с человеком или той же ящерицей, оба они мгновенно погибнут, а голотурия выживает и ждет несколько дней, пока вырастут новые органы.

Но аутотомия может происходить не только при встрече животных с хищниками. Некоторые свободноживущие плоские черви планарии при наступлении неблагоприятных условий, например при недостатке кислорода в воде, распадаются на части. Если условия вновь станут подходящими, из каждого кусочка планарии вырастет новый червь. Похожий процесс наблюдался и у подвижных морских лилий. Эти иглокожие могут отламывать свои руки не только при нападении хищника, но и



Голотурия



Палоло:
1 — передний конец;
2 — задний конец

при повышении температуры воды или её опреснении. Руки оцепеневшего животного становятся очень хрупкими, поэтому даже при легком прикосновении они отламываются. Позже даже потерявшая все руки морская лилия отращивает их вновь.

Но существует ещё один повод для аутотомии. Это размножение. Кольчатые черви палоло, живущие в водах Тихого океана, один раз в году, осенью, в ночь новолуния поднимаются на поверхность океана. Все их тело набито половыми клетками. Сквозь разорвавшуюся стенку тела половые клетки выходят в воду, сливаются и дают начало новым организмам. А черви, выполнившие свой родительский долг, погибают. Позже выяснили, что всплывает не весь червь, а только его хвостовая часть, которая называется эпитокной. Перед размножением хвостовая часть наполняется половыми продуктами, червь разделяется надвое, и хвост уплывает на поверхность, а передняя, атокная часть опускается на дно. Она потом отращивает новый хвост и продол-

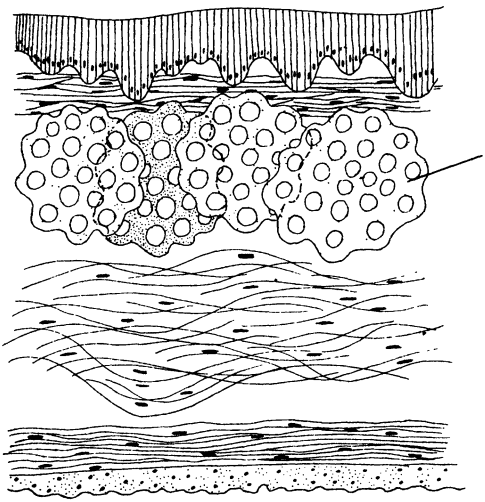
жает благополучно существовать до следующего сезона размножения.

Ни одно из перечисленных животных не могло бы выжить после аутотомии, если бы не удивительная способность к регенерации, которой они наделены.

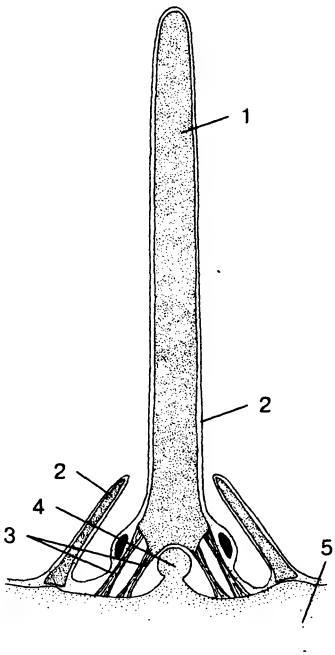
КОСТИ И ПАНЦИРЬ

Как лучше всего искать своих сородичей? Скорее всего, по внешнему виду. Вот, например, некоторые обезьяны очень похожи на человека. А как же быть с дальними родственниками? Ведь их по внешнему виду не узнаешь.

Чем, например, морской ёж похож на человека? Округлый панцирь, иглы — ёж



Разрез кожи голотурии: 1 — скелетные элементы



Прикрепление иглы морского ежа:

1 — игла; 2 — эпителий; 3 — мышцы, двигающие иглу; 4 — суставная головка; 5 — пластинка панциря

настолько своеобразен, что признать в нем даже далекого родича в голову не придёт. Тем не менее у этого животного есть одна особенность, которая роднит этих колючих обитателей морей с нами.

Кожа морских ежей очень похожа на нашу. Она тоже двухслойная и состоит из поверхностного эпителиального слоя и дермы, которая образуется из мезодермы. Такое же строение имеет кожа человека.

В дерме кожи морских ежей образуются кристаллы карбоната кальция. Из каждого такого кристаллика вырастает многогранная табличка. Примыкая друг к другу, десятки подобных табличек образуют панцирь. К ним же крепятся иглы, которым эти иглокожие обязаны своим названием. Иглы, кстати, образуются так же, как таблички панциря.

Кости человека тоже имеют мезодермальное происхождение, они образуются из производной мезодермы — мезенхимы. То есть по-

мимо того, что кожа у человека и морского ежа очень похожа, наш скелет образуется из того же зародышевого листка.

Сходство иглокожих и позвоночных животных проявляется ещё в эмбриональном развитии. На одном из этапов развития у зародыша-гаструлы прорывается первичный рот — бластопор. Он не случайно так назван. Дело в том, что с течением времени на противоположном ему конце появляется другое отверстие, которое становится ртом, но уже вторичным, а первичный рот теперь представляет собой анальное отверстие. По сути дела, меняется направленность пищеварительной системы. Поэтому и позвоночных, и иглокожих относят к группе вторичноротых животных.

Значит ли это, что позвоночные животные (а точнее, все хордовые) и в том числе человек произошли от морских ежей или каких-то других иглокожих? Ученые очень много спорят о происхождении хордовых животных. Некоторые считают, что предок хордовых — это какое-то древнее палеозойское вымершее иглокожее, которое лежало на дне и собирало на нем пищу, а может, отфильтровывало из воды. Другие ученые в корне не согласны с ними.

Мы не будем встревать в спор ученых, а для себя заключим только, что предок хордовых мог иметь какие-то родственные связи с иглокожими животными. А может быть, это всего лишь совпадение?

ЕСЛИ ДОЛГО СИДЕТЬ НА ОДНОМ МЕСТЕ

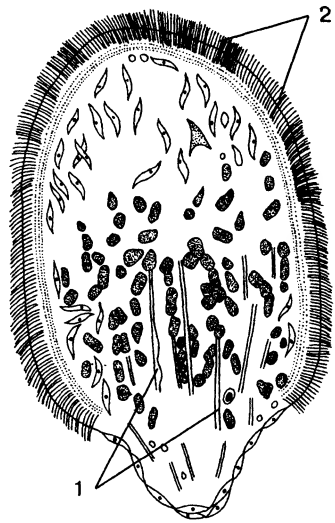
Разные животные ведут себя по-разному. Науке известны такие примеры, когда два близкородственных вида или два вида-двойника, внешне похожие как две капли воды, отличаются друг от друга поведением. Так их и различают специалисты.

Но определенные особенности поведения и образа жизни могут быть свойственны не только отдельным видам, но и более крупным таксономическим группам животных. Например, одни могут всю жизнь активно добывать пищу, проходя или проплывая огромные пространства. Другие же могут сидеть всю жизнь на месте, не утруждая себя передвижением и поисками пропитания, пища попадает к ним сама.

Однако даже у сидячих животных есть стадия активной личинки — иначе они не смогли бы расселяться. Зачастую такая личинка довольно сложно устроена, в частности, она имеет органы чувств, например, глаза, чтобы правильно выбрать место для дальнейшей неподвижной жизни. Личинка энергично передвигается в поисках благоприятного места для прикрепления. Наконец, найдя, по её мнению, подходящие условия, она садится на дно и прикрепляется к субстрату.

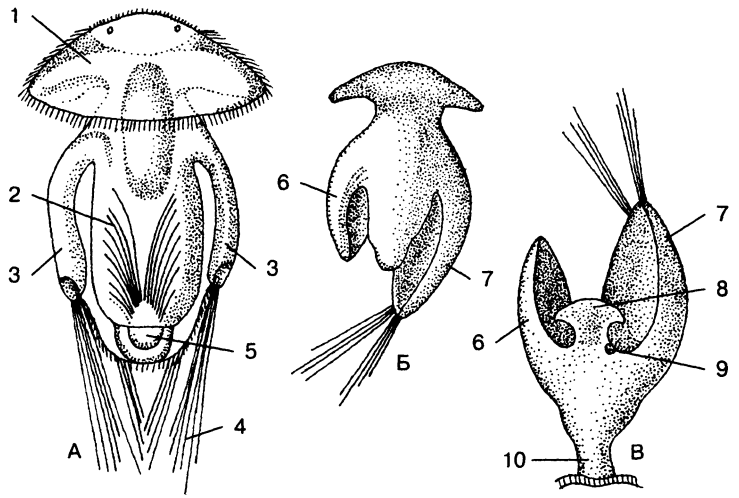
И вот когда личинка осела на дно, все её системы органов, в частности многие органы чувств, претерпевают сильную перестройку

или попросту исчезают. Такие органы называются личиночными, или провизорными. Например, у губок у свободноплавающей двухслойной личинки после оседания на дно слои клеток меняются местами. Те, что были снаружи и несли жгутики, теряют их и попадают внутрь личинки. А внутренние амебоидные клетки, наоборот, мигрируют в наружный слой и приобретают прямоугольную форму.



Личинка губки:
1 — закладывающиеся скелетные элементы (спикулы); 2 — реснички, движущие личинку

У животных, имеющих дифференцированные органы, значительная часть личиночных органов или полностью исчезает, или в значительной степени редуцируется. Например, у сидячих кольчатых червей серпулид личинка имеет радиально симметричную нервную систему, первичную полость тела и связанные с ней органы выделения — протонефридии. Когда личинка оседает на дно, то нервная система у нее становится двусторонне симметричной, формируются ганглии, а первичная полость тела заменяется вторичной. В связи с этим меняются и органы выделения: протоне-

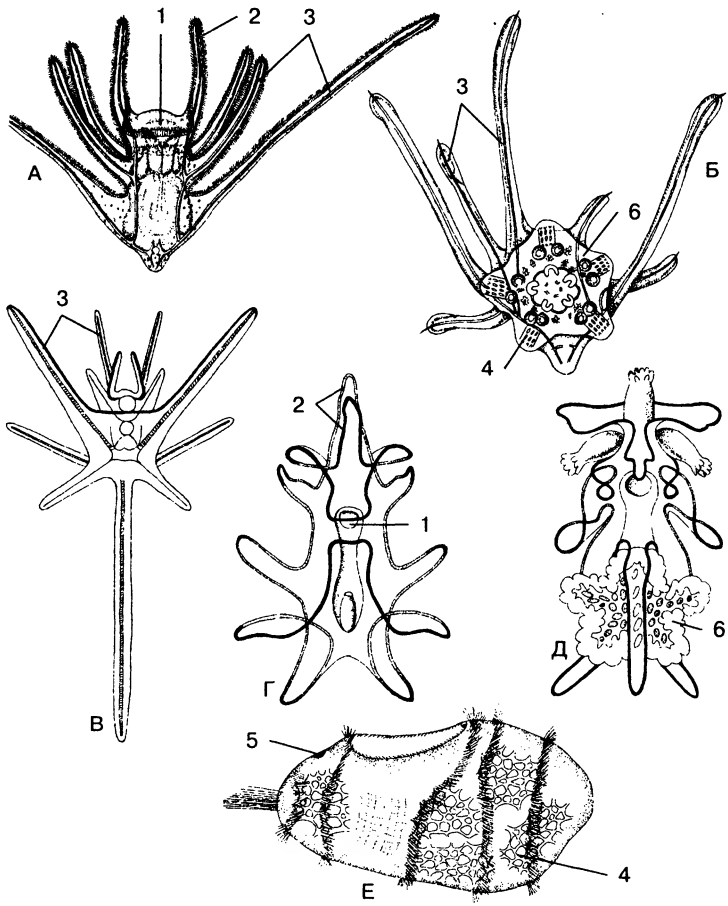


Развитие личинки плеченогих (брахиопод):

А — личинка; Б — начало превращения личинки; В — осевшая на дно личинка; 1 — голова; 2 — туловище; 3 — мантийные складки; 4 — пучки щетинок; 5 — стебельковый отдел; 6 — спинная лопасть мантии; 7 — брюшная лопасть мантии; 8 — зачаток эпистома; 9 — рот; 10 — ножка

фридии заменяются метанефридиями. Последние более эффективны, к тому же они участвуют в регуляции водного баланса в организме животного.

У личинок многих беспозвоночных есть глаза. Например, у личинок брахиопод, или плеченогих, это простые глазки, а у личинок усоногих раков — морских желудей — помимо простых глаз есть ещё и фасеточные. Но и у тех, и у других они исчезают, когда личинка оседает на грунт и становится взрослым животным. У личинки-цифонаута донных колониальных прикрепленных животных мшанок есть



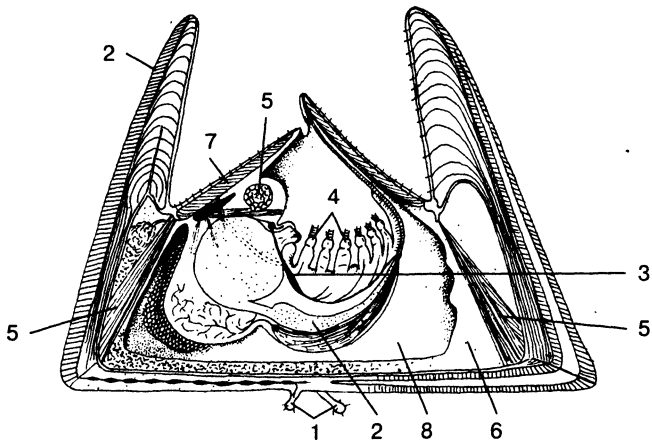
Развитие личинок иглокожих:

А — двустороннесимметричная личинка офиуры; Б — формирование тела взрослой офиуры на теле личинки (оставшаяся часть отмирает); В — двустороннесимметричная личинка морского ежа; Г — двустороннесимметричная личинка морской звезды; Д — личинка с формирующейся маленькой звёздочкой; Е — молодая личинка морской лилии; 1 — рот; 2 — ресничный шнур; 3 — руки личинки; 4 — закладывающиеся скелетные пластинки; 5 — прикрепительная ямка; 6 — тело молодой особи

Порой изменения настолько велики, что ученые называют такой метаморфоз катастрофическим. Такая «катастрофа» происходит в жизни, например, иглокожих. У них в процессе развития происходит смена типов симметрии: личинки их вначале двусторонне-симметричные, активно плавающие, а затем превращаются в радиально-симметричных медлительных взрослых животных. Такое превращение, естественно, влечет за собой изменение и перемещение большинства органов. У морских ежей и офиур во взрослое животное вообще превращается только центральная часть личинки, а остальные части отмирают — это оказывается «дешевле», чем преобразовывать их в новые органы взрослой особи, настолько они непохожи на органы личинки.

РЕБЕНОК СОВСЕМ НЕ ПОХОЖ НА РОДИТЕЛЕЙ

Судя по личинкам тех животных, о которых пойдет речь в этом рассказе, их предки были подвижными свободноплавающими или свободноползающими животными. Как мы уже выяснили, для таких животных характерно развитие нервной системы, органов чувств и передвижения. Но что происходит с животным, если оно всю взрослую жизнь сидит на одном месте? Разберем этот вопрос на нескольких примерах.

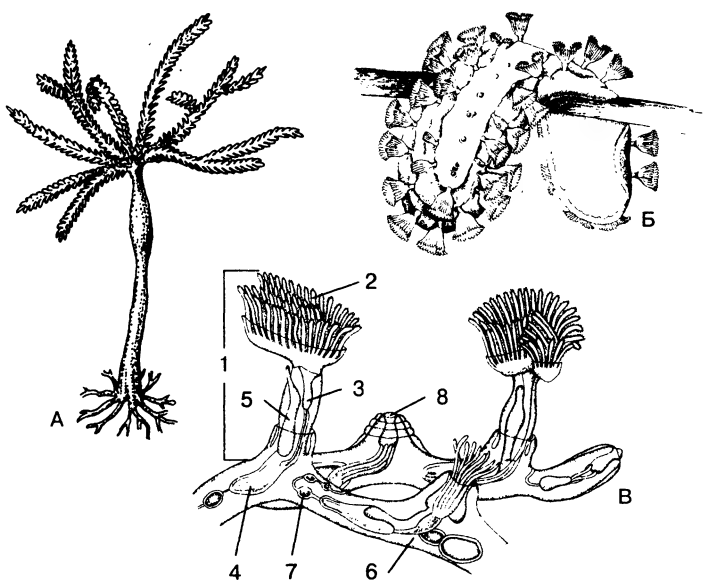


Строение морского жёлудя:

1 — усики; 2 — кишка; 3 — ганглии нервной системы; 4 — ножки; 5 — мускулы-замыкатели; 6 — мантия; 7 — скелетные пластинки; 8 — мантийная полость

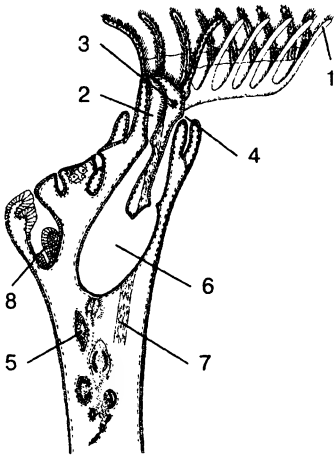
Строение многих животных претерпевает такие основательные изменения, что трудно не только найти общее во внешнем виде личинки и взрослого животного, но и обнаружить некоторые системы органов у сидячего организма. Как уже говорилось, у сидячих животных исчезают специальные органы чувств, которые не нужны при сидении на одном месте. У балянусов, усоногих раков, нет жабр. Их функцию выполняют видоизмененные конечности, и без того взявшие на себя задачу отфильтровывать из воды все съедобное. У них полностью отсутствуют две системы органов: кровеносная и выделительная. Нервная система сократилась до надглоточных ганглиев и отходящих от них нервов.

Похожая редукция кровеносной и выделительной систем происходит у мшанок. Дышат они поверхностью тела, число ганглиев сокращается до одного. Пассивное сидение не требует активной циркуляции крови и выведения продуктов обмена веществ, ведь все процессы в организме идут не столь быстро, как у подвижных животных. Да и хорошо развитая нервная система не нужна, ведь движения ног у усоногих и специального ловчего органа —



Колонии мшанок:

А — общий вид прикреплённой колонии; Б — общий вид медленно ползающей колонии пресноводных мшанок; В — участок при увеличении; 1 — одна особь; 2 — расправленный лофофор (ловчий аппарат); 3 — передняя кишка; 4 — желудок; 5 — задняя кишка; 6 — стенка, окружающая все особи колонии; 7 — канатик со статобластами; 8 — втянутая особь



Строение отдельной особи мшанки:

1 — щупальца лофофора; 2 — глотка; 3 — нервный узел; 4 — анальное отверстие; 5 — половая железа; 6 — желудок; 7 — мышца, втягивающая щупальца; 8 — почка (развивающаяся новая особь)

лофофора — у мшанок однообразны. Мшанки никогда не обитают поодиночке. Они колониальные организмы. В такой колонии — едином доме — сидит несколько сотен мельчайших животных-зооидов и каждый выполняет свою функцию: добывает пищу, защищает соседей от хищников, отвечает за размножение.

Частое явление у прикрепленных животных — гермафродитизм, то есть наличие у одного животного и мужских, и женских половых органов. Это полезно, поскольку неизвестно, окажется ли рядом представитель другого пола. А доползти до подходящего партнера неподвижное животное не в состоянии. Если же все особи гермафродиты, то для размножения подойдет любой сосед. Оплодотворение у животных-гермафродитов всё равно перекрестное, но его шанс увеличивается в два раза. Сначала животное выступает в одной роли — у него развиваются органы одного пола, а позже в другой — соответственно, развиваются

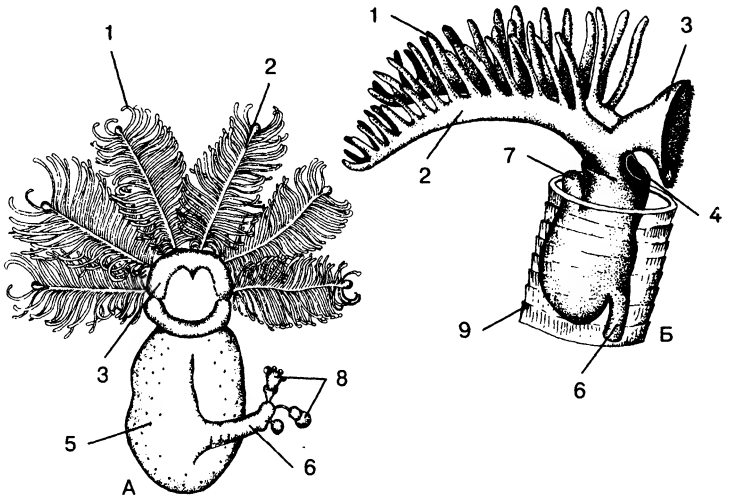
органы другого пола. Такое явление известно среди таких «домоседов», как оболочники, усоногие раки, некоторые брахиоподы.

Но бывают в природе и такие случаи, когда у сидячего животного сильной редукции органов не происходит. Как, например, у погонофор, сидящих в вертикальной трубке и имеющих червеобразное тело, сегментированное только на заднем конце. У них есть и хорошо развитая кровеносная система, основу которой составляют большие спинной и брюшной сосуды, и нервная система. А может быть, степень редукции органов зависит от того, как давно появились эти животные, отделившиеся от предков? В данном случае предками погонофор были многощетинковые кольчатые черви.

Оказывается, в связи с сидением всю жизнь на дне многим животным не нужны не только отдельные органы, но и целые их системы, без которых мы не выжили бы и одного дня. А у сидячих животных упрощение их анатомии не приводит к столь значительным последствиям.

КАК ПОЛУХОРДОВЫЕ «ДВУХ ЗАЙЦЕВ УБИЛИ»

Полухордовые — очень необычные и оттого очень интересные животные. Это обитатели морского дна. Внешне червяки червяками, они относятся к отдельному типу морских беспозвоночных. Одни зарываются в грунт и там



Полухордовые класса крыложаберных:

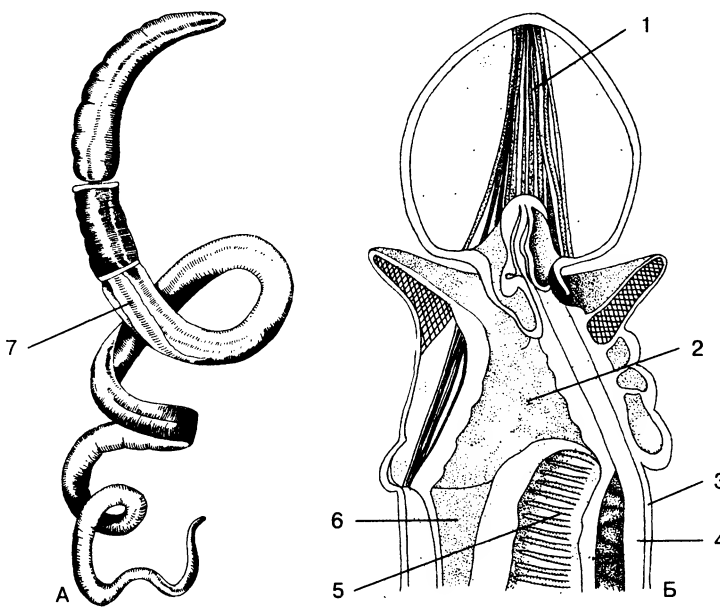
А — цефалодискус; Б — раблоплеура (одна особь колонии); 1 — выросты щупалец; 2 — щупальце («рука»); 3 — головной щиток; 4 — рот; 5 — туловище; 6 — стебелёк; 7 — анальное отверстие; 8 — почки на стебельке; 9 — трубка, окружающая все особи в колонии

поглощают ил, извлекая из него все съедобное, другие сидят на поверхности дна и вылавливают пищу из воды щупальцами, покрытыми ресничками. И у тех, и у других в рот попадает вода, от которой нужно избавляться. Просто выплевывать её обратно полухордовым не захотелось, и они придумали другой способ выведения её из пищеварительной системы.

Для этого у полухордовых появились особые приспособления. Изо рта пища и вода поступают в пищевод. Дальше пища продолжает своё путешествие по пищеварительной системе, а вода выводится из пищевода через

стенки, где расположены отверстия, связывающие пищевод с внешней средой. Таким образом, вода, попадая в рот, проходит в пищевод, а оттуда покидает тело животного.

У некоторых полухордовых около этих отверстий появились жабры. Очень удобно: вода не просто отводится из ротовой полости, а заодно омывает жабры, как у рыб. Это сравнение не случайно, ведь у хордовых животных, в том числе рыб, ланцетников и миног, принцип строения пищеварительной системы



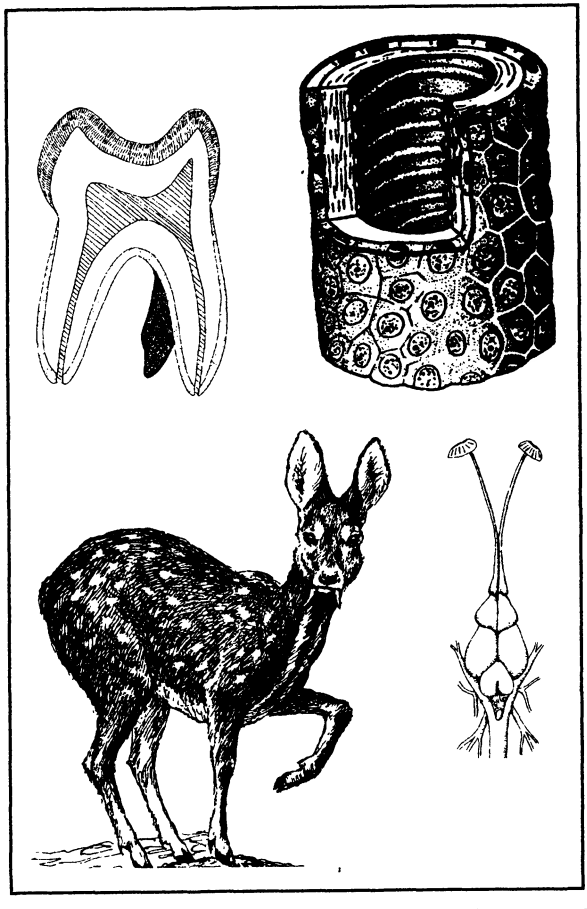
Полухордовые класса кишечнодышащих:

А — общий вид; Б — строение головного конца; 1 — мышцы хоботка; 2 — глотка; 3 — спинной нервный тяж; 4 — кровеносный сосуд; 5 — кишечник с жаберными щелями; 6 — пищевод; 7 — жаберные щели

такой же: вода из ротовой полости выходит через жаберные щели, омывает жабры, обогащая их кислородом.

Ученые-зоологи задумались, не могли ли древние полухордовые быть прародителями хордовых животных? Может быть, именно в этом заключается разгадка происхождения хордовых, над которой уже не одно десятилетие бьются ученые мужи. Ведь и у полухордовых есть стержневидное образование — нотохорд, очень похожее на хорду по происхождению, положению (на спине над кишечником) и строению. Тем не менее дать однозначный ответ на этот вопрос пока не удается. Возможно, полухордовые и хордовые не прямые родственники, а дети, появившиеся на свет от одного предка.

АНАТОМИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ



Носители позвоночника
Зубы из чешуи
Обонятельные полушария
Ядовитые железы змей
Жертвы и приобретения
Змеиные органы чувств
Утробные зубы
Подвижный череп
Боковая линия
Соль и слезы
Кости, чтобы лучше слышать
Почти как у людей
Хранитель мыслей
Как жабры стали кусаться
Волосы, чешуи, колючки, перья
Откуда легкое
Необычная рептилия
Ещё один глаз
Сумчатые кости

НОСИТЕЛИ ПОЗВОНОЧНИКА

Говоря о беспозвоночных животных, мы имели дело с великим множеством различных живых существ, зачастую совсем не похожих друг на друга. Это и понятно, учитывая, что к беспозвоночным относится более двух десятков типов животных. Планы строения этих животных иногда сильно отличаются друг от друга.

А вот позвоночные животные — это всего лишь один тип, да и то неполный, поскольку позвоночные — это подтип типа хордовых. Другие подтипы хордовых — оболочники (асцидии) и бесчерепные (ланцетники). Все три подтипа объединяет наличие упругого стержня, который располагается на спинной стороне тела и называется хордой. У оболочников нет позвоночника, и во взрослом состоянии отсутствует и хорда, она есть только у личинок. Именно личинки позволяют оболочникам «числиться» в типе хордовых, хотя некоторые исследователи все же пытаются выделить их в отдельный тип. В любом случае именно по этой группе животных проводят границу между двумя подразделениями животного царства: беспозвоночными и позвоночными животными. Ланцетник, конечно, тоже не имеет позвоночника, однако хорда у него сохраняется и во взрослом состоянии, что позволяет поставить его на древе жизни ближе к позвоночным животным.

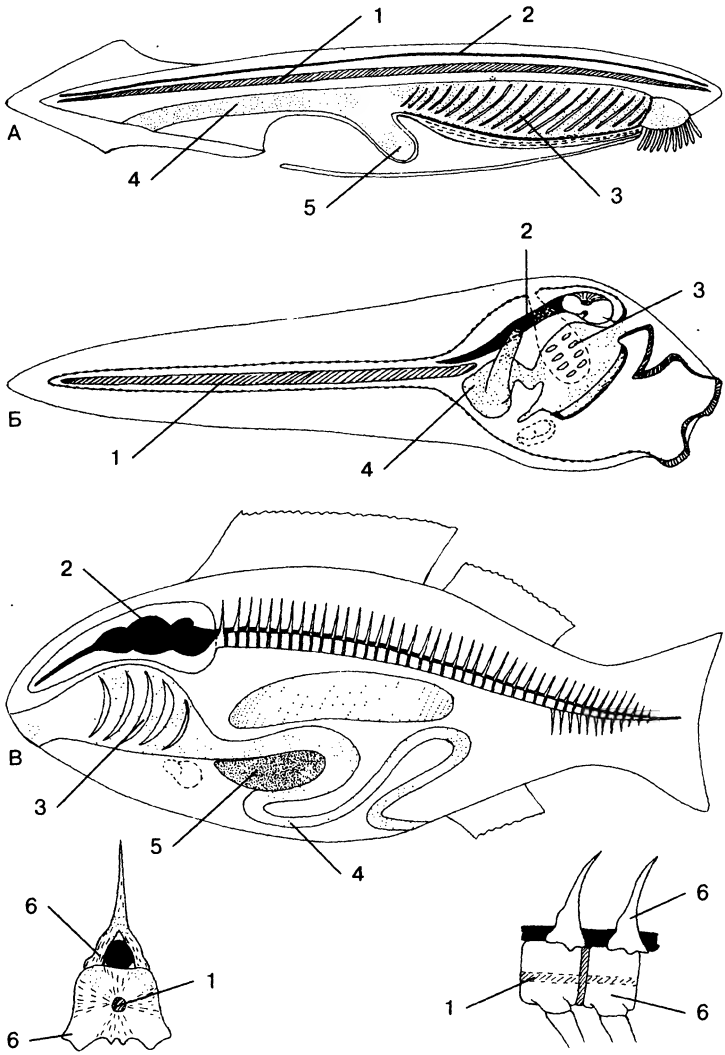


Схема строения трёх подтипов хордовых:

А — бесчерепные; Б — оболочники; В — позвоночные; 1 — хорда; 2 — нервная система; 3 — глотка с жаберными щелями; 4 — кишечник; 5 — печень; 6 — костная ткань позвонков

Первыми животными, которые обзавелись позвоночником, стали бесчелюстные. Иногда их называют «бесчелюстными рыбами», но это неверно: с тем же успехом можно и амфибий называть «наземными рыбами» — амфибии, кстати, к рыбам даже ближе, чем бесчелюстные. По названиям групп животных легко можно понять, какова основная особенность строения, отличающая этих животных от других. У бесчерепных уже есть настоящая хорда, но нет черепа. У бесчелюстных уже есть череп, защищающий головной мозг, но нет челюстей. Правда, у них появляется прообраз челюстей — опорная конструкция жаберного аппарата — жаберные дуги. И только у челюстноротых есть и череп, и челюсти, и позвоночник, но у большинства почти исчезает хорда, поскольку теперь она не особенно нужна.

Несмотря на такие существенные различия, все позвоночные животные имеют единый план строения. То, что животные внутри типа могут отличаться друг от друга, вполне закономерно. То же самое мы видели среди беспозвоночных животных. Внутри каждого типа, как и в случае хордовых, разнообразие представителей с различными особенностями строения также весьма велико. Например, тип кольчатые черви состоит из четырех классов: первичные кольчецы, многощетинковые черви, малощетинковые черви и пиявки. Казалось бы, они должны быть похожи друг на друга по большинству признаков. Однако это

не так. В пределах этого типа у разных классов различается строение нервной, выделительной и кровеносной систем.

Группы позвоночных животных также отличаются друг от друга. Рассмотрению всевозможных анатомических особенностей позвоночных посвящена следующая глава.

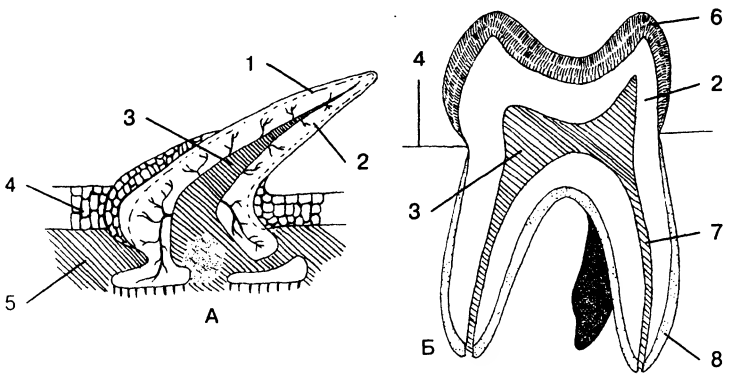
ЗУБЫ ИЗ ЧЕШУИ

В природе существует множество типов зубов: откусывающие, дробящие и перетирающие; молочные и постоянные; резцы, клыки и коренные. Одни из самых необычных зубов у хрящевых рыб.

Интересная ситуация с зубами у акул. Создается впечатление, что у них то ли зубы растут на коже вместо чешуи, то ли во рту растет чешуя вместо зубов. Дело в том, что у акул зубы и чешуя имеют общее происхождение.

Чешуя у акул, по сути, не похожа на таковую в нашем понимании. Это пластинка, на которой сидит зубец, иногда не один. Поэтому она острая, а кожа акул в целом очень шершавая. Иногда её даже используют как наждачную бумагу. От этих зубов происходят и колючки плавников, и зубцы на носу рыбы-пилы.

Зубы акул располагаются на челюстях в несколько рядов. Подробно изучив их, ученые выяснили, что это видоизмененные чешуи. То есть зубы у акул имеют кожное происхож-



Зубы акулы (А) и млекопитающего (человека) (Б):

1 — эмалеподобное вещество; 2 — дентин; 3 — пульпарная полость; 4 — эпидермис; 5 — кориум; 6 — эмаль; 7 — канал корня; 8 — цемент

дение, почему и называются кожными. Потерять пару-тройку зубов акуле не страшно — очень скоро вырастут новые.

ОБОНЯТЕЛЬНЫЕ ПОЛУШАРИЯ

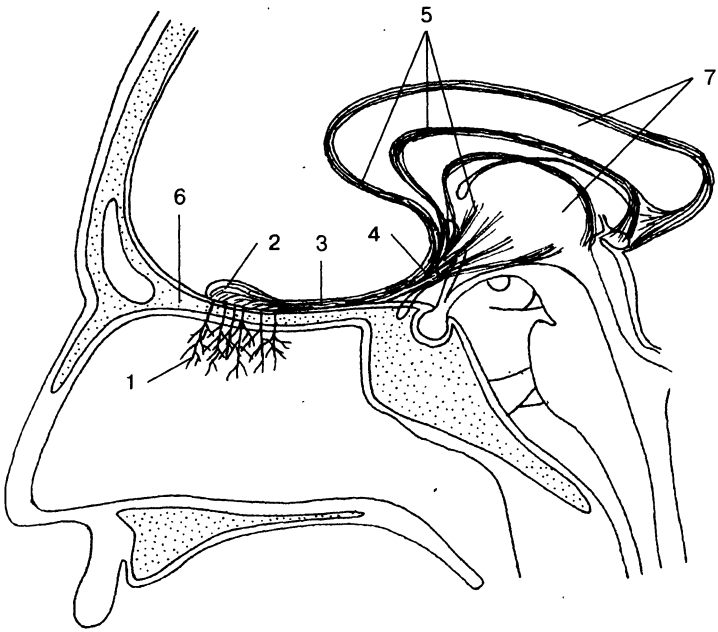
Органы чувств для подвижных животных чрезвычайно важны, ведь с их помощью животное получает информацию об окружающей среде. Эти органы помогают ориентироваться в пространстве, искать добычу или партнера по размножению, прятаться от врагов.

Животных, у которых все органы чувств были бы развиты одинаково сильно, не бывает. У кого-то особенно хорошо развит слух, у другого — зрение, у третьего — обоняние.

Это зависит от того, какой образ жизни ведет животное. Например, зачем подземному жителю кроту хорошее зрение? А у человека зрение развито, наоборот, очень даже неплохо, а вот обоняние явно подкачало. Какие же анатомические особенности определяют степень развития того или иного чувства, например того же обоняния?

Казалось бы, обоняние — это прежде всего нос. Однако собственно нос как часть лица к анализу запахов отношения не имеет. Запах — это мельчайшие, невидимые глазом молекулы летучих веществ. Они попадают к нам в носовые раковины, на определенный участок слизистой оболочки, где расположены рецепторы, которые распознают, что это за молекула. Информация о свойствах пахучего вещества в виде нервного импульса бежит по нерву в головной мозг. Там она поступает в определенные участки мозга, отвечающие за обоняние. Итак, обоняние обеспечивают рецептор, воспринимающий молекулы пахучих веществ, нерв, проводящий импульс к мозгу, и специализированный отдел головного мозга. По отдельности каждый из элементов абсолютно бесполезен.

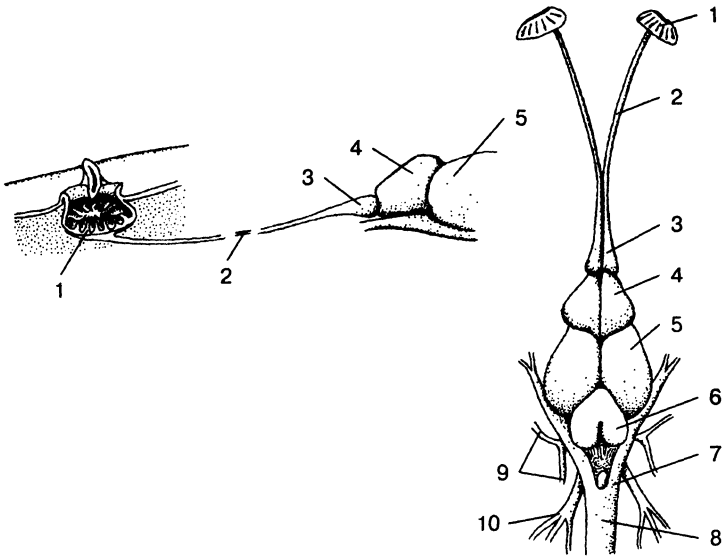
Целый ряд животных ориентируется в пространстве именно за счет обоняния. Например, акулы. Наверное, вы замечали, какой вытянутый «нос» у акулы. Одна из причин — сильно удлиненный отдел переднего мозга, отвечающий за обоняние. Участки головного мозга, отвечающие за обоняние, называются обонятель-



Обонятельная система человека:

1 — обонятельные нити, ветвящиеся в слизистой оболочке; 2 — обонятельная луковица; 3 — обонятельный тракт; 4 — обонятельный треугольник; 5 — проводящие пути обонятельного анализатора; 6 — решётчатая пластинка; 7 — гипоталамо-лимбическая система (включает гиппокамп, таламус, гипоталамус, миндалевидное тело)

ными луковицами и являются выростами обонятельных долей переднего мозга. Участки, соединяющие луковицы и доли, называются обонятельными трактами. Из этого следует, что для развития той или иной системы органов чувств прежде всего необходимо усложнение строения соответствующих отделов головного мозга, ведь именно он анализирует информацию, поступающую от анализаторов.



Обонятельная система костистой рыбы:

1 — носовая капсула; 2 — обонятельный тракт; 3 — обонятельные доли; 4 — передний мозг; 5 — средний мозг; 6 — задний мозг; 7 — продолговатый мозг; 8 — спинной мозг; 9 — слуховой нерв; 10 — блуждающий нерв

Например, у гуся обонятельные луковицы составляют меньшую долю переднего мозга, чем у акулы. Значит, обоняние у этой птицы не очень хорошее. У человека участки головного мозга, отвечающие за обоняние, также развиты слабо.

У всех ли рыб хорошее обоняние? И у всех ли млекопитающих, как у человека, обоняние слабое? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим мозг акулы и костистой рыбы и сравним их. У костистой рыбы тоже есть обонятельные луковицы и обонятельные доли, но разви-

ты они гораздо слабее. Луковицы маленькие, тракты словно тонкие стебельки, обонятельные доли едва заметны. Выходит, обоняние костистых рыб уступает обонянию акул.

Теперь посмотрим на млекопитающих. Насколько отличается мозг человека и сумчатого — например, опоссума! У человека обонятельные луковицы крошечные, еле различимые за большими полушариями. А у опоссума наоборот — огромные луковицы и, что не менее важно, хорошо развитые нервы, выходящие из них.

Как уже было сказано ранее, слабость одной системы органов чувств компенсируется хорошим развитием другой системы. Это легко установить, посмотрев на участки головного мозга, отвечающие за различные органы чувств. Вернемся к головному мозгу двух рыб: костистой рыбы и акулы. Посмотрим на зрительные доли: они сильнее развиты именно у костистой рыбы, значит, у акулы зрение похуже.

Итак, стало понятно, что развитие органов чувств зависит от того, насколько развиты те отделы головного мозга, которые их контролируют. Если посмотреть на строение головного мозга какого-нибудь животного, то можно сделать вывод о том, насколько у него развиты слух, зрение и обоняние. Можно сделать это, даже не зная, какому животному принадлежит мозг. Эту закономерность успешно используют палеонтологи: они реконструируют головной

мозг разных вымерших животных и на основе этого делают вывод о том, чем животное питалось, где обитало, каким было его поведение.

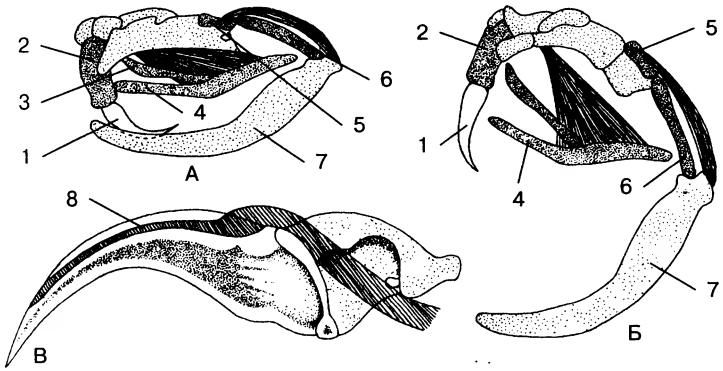
ЯДОВИТЫЕ ЖЕЛЕЗЫ ЗМЕЙ

Все известные змеи — хищные. Одни охотятся на насекомых и червей, другие могут проглотить даже небольшое копытное. У змей полностью исчезли ноги, которые были у их вараноподобных предков. Отсутствие ног с лихвой компенсируется хорошей реакцией: змея молниеносно бросается на жертву и хватает ее. Но как удержать добычу, да ещё, желательно, не дать ей нанести хищнику опасную рану? Многие змеи изобрели для этих целей весьма эффективное оружие — яд.

Введенный в тело жертвы, он парализует ее нервную систему и обездвиживает животное. Яд змей имеет белковую природу. Среди белков, входящих в состав яда, есть ферменты, которые переваривают ткани пойманного животного.

Откуда у змей берется яд? Он вырабатывается в ядовитой железе, которая расположена около верхней челюсти. По происхождению это видоизмененная височная слюнная железа. Далее яд стекает по каналу ядовитых зубов. Они сидят в верхней челюсти и сильно увеличены по сравнению с другими зубами.

Две единственные ящерицы-ядозубы тоже способны вырабатывать яд. Их ядовитые же-



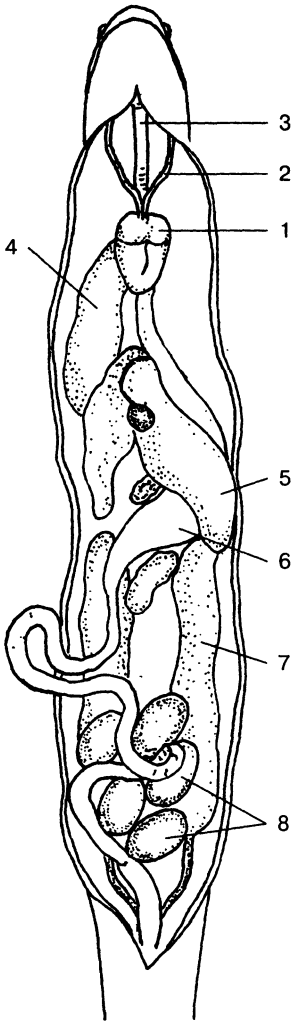
Ядовитый аппарат змеи:

А — череп гремучей змеи с закрытой и Б — открытой пастью; В — ядовитый зуб; 1 — ядовитый зуб; 2 — верхнечелюстная кость; 3 — поперечная кость; 4 — крыловидная кость; 5 — чешуйчатая кость; 6 — квадратная кость; 7 — нижняя челюсть; 8 — ядопроводящий канал

лезы также являются производными слюнных желез, но не верхнечелюстных, а нижнечелюстных. Соответственно, и ядовитые зубы находятся не в верхней, а в нижней челюсти. Яд смачивает увеличенные ядовитые зубы, проходя по многочисленным каналам. По составу и механизму действия секрет ядовитой железы этих пресмыкающихся похож на яд аспидовых змей.

ЖЕРТВЫ И ПРИОБРЕТЕНИЯ

Каких только восхитительных животных не встретишь в природе! Среди них удивительные, отчасти сказочные пресмыкающиеся — змеи.



Анатомия змеи:
1 — сердце; 2 — сонная артерия; 3 — пищевод; 4 — лёгкое; 5 — печень; 6 — желудок; 7 — почка; 8 — половые железы

Змеям пришлось принести некоторые жертвы, чтобы иметь возможность незаметно пробираться под пологом леса, сползать по ветвям деревьев или плыть по песчаным барханам и морским волнам. Они полностью «отказались» от ног, как передних, так и задних, и изменили форму. Чтобы ползать, змеям пришлось отказаться также от некоторых органов, а взамен приобрести совершенно новые.

Разместиться в узком теле внутренним органам трудно. Поэтому у продвинутых змей левое легкое исчезает и остается только правое, но оно сильно удлиняется. У ряда змей потеря легкого компенсируется сильно развитой, расширенной трахеей, которая помогает нагнетать воздух. Также вытянуты почки и семенники. А вот мочевой пузырь исчез полностью.

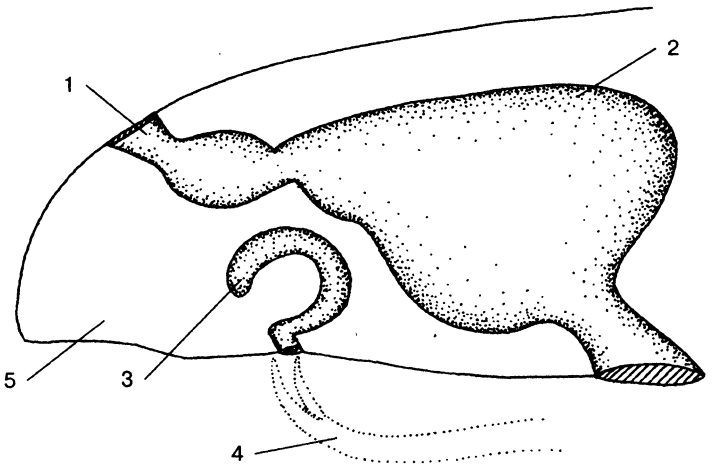
Разжевать добычу или откусить от нее кусок змеи не могут, поэтому им приходится глотать её целиком. Связки челюстного сустава настолько эластичны, а кости лицевого отдела черепа так подвижны, что змея способна заглотить крупную добычу, буквально надеваясь на нее. В этом нелегком деле помогает длинный мускулистый пищевод. Остальная часть пищеварительной системы — желудок и кишечник — короткие.

Очень сильно изменились и органы чувств змей.

ЗМЕИНЫЕ ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Возможно, вам приходилось слышать, что змея перед нападением гипнотизирует жертву немигающим взглядом. Конечно, к гипнозу это отношения не имеет, но моргать змея действительно не может, поскольку её веки срослись друг с другом и стали прозрачными. Образовавшаяся пленка защищает глаза и в то же время не мешает видеть. По этому признаку можно легко отличить змею от безногой ящерицы: последняя хотя и похожа на змею, но все же может моргать.

Помимо органов слуха — внутреннего уха и слаборазвитого среднего уха, а также органов обоняния, у змей есть хорошо развитый парный орган химического чувства, который называется органом Якобсона. Это небольшие



Якобсонов орган:

1 — ноздря; 2 — носовая камера; 3 — якобсонов орган; 4 — язык; 5 — верхняя челюсть

ямки на нёбе рептилии. Раздвоенным языком змея касается окружающих предметов или собирает молекулы пахучих веществ прямо из воздуха, а затем, втянув язык в рот, направляет кончики языка в эти ямки. Орган Якобсона — очень точный анализатор, который может распознать даже мельчайшие следы веществ, находящихся во внешней среде. Наряду со зрением и обонянием орган химического чувства позволяет легко обнаружить жертву. Есть он не только у змей, но и у других пресмыкающихся, например у ящериц.

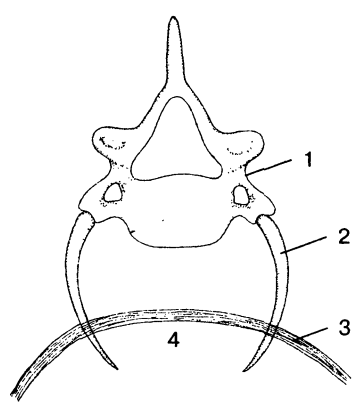
Вдобавок к этому, у некоторых змей есть ещё один орган чувств — орган термического чувства, или теплового зрения. На морде ямкоголовых змей есть углубления, в которых

находятся рецепторы, способные улавливать тепло, точнее инфракрасное излучение. Это важно при охоте на теплокровных животных, особенно в тех случаях, когда охота происходит ночью.

Утратив ноги и некоторые органы, змеи приобрели целый ряд очень полезных и эффективных органов и приспособлений, которые помогают им процветать до сих пор.

УТРОБНЫЕ ЗУБЫ

Большинство змей питаются свежеубитой добычей. Ни растительную пищу, ни даже падаль змеи не едят. Но в Африке и на Аравийском полуострове живет удивительная змея, которая ест только птичьи яйца. Называется она соответственно: яичной змеёй. Обхватив яйцо челюстями, змея постепенно наползает на него, продвигая в пищевод. Слабые зубы животного не могут раздавить яйцо, и оно целым и невредимым проталкивается всё дальше и дальше по направле-



Поперечный срез яичной змеи в области пищевода:
1 — позвонок; 2 — глоточные «зубы»; 3 — стена пищевода; 4 — просвет пищевода

нию к желудку. Но, не достигнув его, яйцо напарывается на зубы, находящиеся в пищеводе. Они аккуратно надрезают скорлупу, и жидкое содержимое яйца стекает в желудок, а скорлупу в виде комка змея выплевывает через рот.

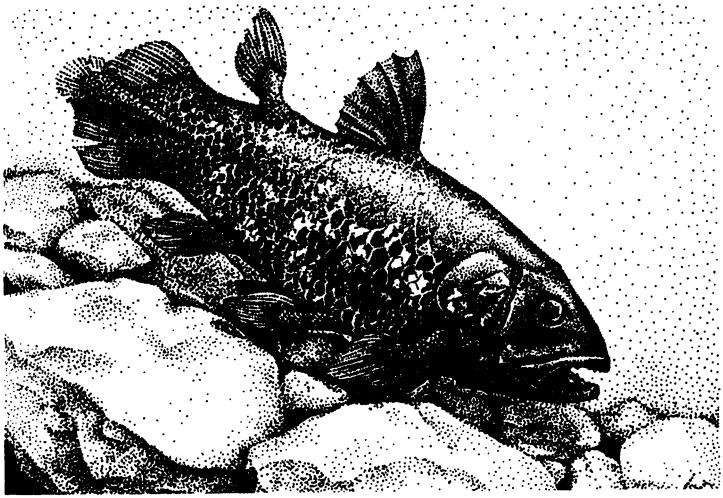
На самом деле в пищеводе никаких зубов нет, это кости. Точнее, острые отростки позвонков, прорастающие сквозь стенку пищевода.

ПОДВИЖНЫЙ ЧЕРЕП

В нашем понимании череп должен составлять монолитное крепкое образование, защищающее мозг. Подвижной может быть только нижняя челюсть. Так устроен череп человека и других млекопитающих. Однако это вовсе не значит, что это также верно для всех животных.

В Индийском океане, около Коморских островов и острова Сулавеси, живет довольно крупная рыба, поимка которой в своё время стала настоящей сенсацией в научном мире. Эта рыба принадлежит к давно вымершей, как считалось ранее, группе кистеперых рыб. Но эта преспокойно плавала в современном океане, предпочитая держаться около подводных пещер. Названа эта рыба была латимерией.

Об уникальности и своеобразности латимерии можно говорить очень много. Но мы коснемся лишь одной-единственной черты её строения — весьма своеобразного черепа. Он состоит из двух отделов: этмосфеноида и оти-



Латимерия

коокципитале. В первом, переднем отделе находятся передняя часть мозга, глаза и органы обоняния. Во втором, заднем, располагается задняя часть мозга, органы равновесия и слуха. Помимо непосредственного соприкосновения друг с другом, эти отделы соединены подстилающей их гибкой хордой. Но совсем уж необычно: два отдела черепа соединены друг с другом подвижно! Этот признак специфичен для кистеперых рыб. Движение переднего отдела черепа относительно заднего, конечно, ограничено. Функцию ограничителя выполняет, в частности, хорда.

Зачем же кистеперым такой череп? По гастрономическим предпочтениям кистеперые рыбы были и остаются хищниками. Но не теми, что в погоне настигают жертву. Затаившись

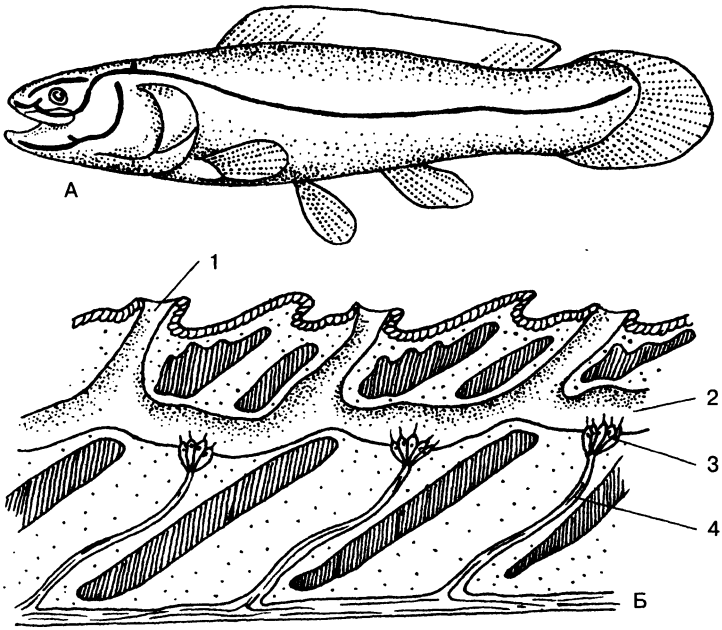
в засаде где-нибудь среди водорослей, они стремительно бросались на добычу и хватали её острыми коническими зубами. При этом стремительный бросок приводил к мощному удару головы о тело жертвы, и подвижный череп играл роль амортизатора, который спасал рыбу от опасного удара и сотрясения мозга.

БОКОВАЯ ЛИНИЯ

Рыбы наделены особым, очень своеобразным органом чувств, которого нет ни у одного другого позвоночного животного, за исключением личинок амфибий и взрослых особей тех видов, которые всю жизнь проводят в воде. Дело в том, что этот орган работает только в воде.

Располагается этот загадочный сенсорный аппарат не на голове, как остальные органы чувств, а по бокам тела, и называется боковой линией. Рецепторы боковой линии, как правило, располагаются в глубине кожи. Они объединены в пучки, называемые невромастами. Каждая из клеток-рецепторов имеет похожий на волос отросток. Каждая из невромаст располагается в ямке, которая открывается наружу, а ямки выстраиваются друг за другом в одну линию. Поэтому орган и был назван «боковой линией».

Подобные ямки, расположенные вдоль одной линии, есть и у бесчелюстных, например миног. Но они отличаются от боковой линии



Боковая линия:

А — расположение на теле рыбы; Б — срез кожи при увеличении; 1 — пора на поверхности тела; 2 — канал боковой линии; 3 — чувствительные клетки; 4 — нервы

рыб одной особенностью, которая позволяет считать ямки рыб единым органом, а миног — множеством отдельных органов: у рыб ямки объединены общим каналом.

Зачем же нужна боковая линия? Волосовидные отростки, покрытые студенистым веществом, колеблются потоками воды, омывающими тело плывущей рыбы. Сигналы от рецепторов — невромаст — поступают в мозг рыбы. Эта информация позволяет рыбе чувствовать все колебания воды вокруг её тела, что помогает ей

ориентироваться в пространстве и контролировать положение тела. Рыба, даже не видя, кто плывёт рядом, чувствует присутствие другого животного благодаря боковой линии.

Боковая линия разных рыб отличается. У некоторых рыб, например хрящевых, боковая линия — это не ряд ямок в теле, а открытые каналы. Установлено, что и ископаемые рыбы, и некоторые амфибии также имели боковую линию, возможно, в немного другом виде.

Если подробно рассматривать строение боковой линии, то окажется, что её каналы продолжаются в голове рыбы. На голове также располагаются сенсорные ямки, соединенные с каналами.

У человека и прочих млекопитающих нет боковой линии, но во внутреннем ухе есть рецепторы, имеющие волосовидные отростки, которые меняют своё положение в зависимости от положения тела.

СОЛЬ И СЛЕЗЫ

Человек не может пить морскую воду без последствий для своего здоровья. Дело в том, что в соленой воде очень велико содержание различных солей, и наши почки просто не в состоянии справиться с их огромным количеством. Поступление такого количества солей, помимо всего прочего, приведет к полному обезвоживанию организма. Однако ряд позвоноч-

ных животных способны и пить морскую воду, и жить в ней без ущерба для своего здоровья.

Всем известно выражение «крокодиловы слезы». Оно пошло от легенды, что, съев свою жертву, крокодилы плачут, да и не просто плачут, а заливаются слезами! Но с раскаянием крокодилов эти слезы никак не связаны. Вы, наверное, знаете, что слезы соленые на вкус. А у крокодилов они ещё солонее. Слёзные железы крокодилов помогают почкам выводить из организма избыток солей. Если даже современные, пресноводные, крокодилы заливаются слезами, то как же, наверное, рыдали морские крокодилы, жившие в мезозойских морях! Есть эта физиологическая особенность и у других рептилий, живущих в солёной воде, — морских черепах, морских игуан и морских змей. Но не только.

Около глаз некоторых морских птиц находятся клубочки мелких трубочек, окутанных кровеносными сосудами. Это и есть солевыделяющие железы, или так называемые «слезные почки». Они есть у альбатросов, чаек и других птиц и достались им в наследство от предков — доисторических пресмыкающихся.

КОСТИ, ЧТОБЫ ЛУЧШЕ СЛЫШАТЬ

Воспринимая окружающие звуки, животные могут ориентироваться в пространстве, узнать о приближении хищника, услышать

голос своего сородича, передающий какую-то информацию, — словом, органы слуха очень важны для многих живых существ. Это один из каналов, через который происходит связь с внешней средой. Но далеко не у всех животных органы слуха хорошо развиты.

Самый примитивный слуховой аппарат представлен внутренним ухом в виде парных мешочков, не соединяющихся каналами с внешней средой. Он находится внутри костей черепа. Такой вариант представлен у многих позвоночных, начиная с рыб. Есть эта конструкция и у человека, хотя у нас к ней добавляются и другие структуры: все-таки рыб и человека разделяют многие миллионы лет эволюции.

Человеческое ухо состоит из внутреннего, среднего и наружного уха. Наружное ухо — выступающая ушная раковина, которую, собственно, мы и называем ухом. Важнейшими элементами среднего уха являются малюсенькие слуховые косточки: стремя, молоточек и наковальня. Они есть у всех млекопитающих, но отсутствуют у других животных. За исключением стремени — оно есть у пресмыкающихся и даже у некоторых амфибий. Остальные две кости также достались нам от пресмыкающихся, но у них они выполняли совсем другие функции. Их и называют по-другому: сочленовная, она же молоточек, и квадратная, она же наковальня, кости. Соединяясь друг с другом, эти кости у рептилий образовывали челюстной сустав, поскольку квадратная входила в состав

верхней челюсти, а сочленовная — нижней. Хорошая звуковая передача через это соединение повлияла на дальнейшую судьбу этих костей.

В итоге челюстной сустав рептилий попал в ухо к млекопитающим, а соединение верхней и нижней челюсти у млекопитающих стало совсем иным.

ПОЧТИ КАК У ЛЮДЕЙ

Известно, что кость — хороший проводник звука. Не случайно именно кости стали передатчиком звуковых колебаний в среднем ухе. Особенно хорошо проводят звук кости, имеющие внутри полости, например кости черепа. Когда мы слышим собственный голос, доносящийся из динамика магнитофона, то удивляемся, насколько он непохож на тот голос, который мы привыкли слышать, когда говорим сами. И это не случайно. Ведь звук, воспроизводимый магнитофоном, поступает к нам через ушную раковину, то есть из внешней среды, а когда мы произносим слова, то слышим издаваемые голосовыми связками звуковые колебания, проходящие в ухо через кости черепа.

Использовать кости для проведения звука стали самые древние позвоночные, у которых настоящих слуховых косточек ещё не было. У некоторых костистых рыб парные отростки позвонков стали самостоятельными костя-

ми — их называют веберовыми косточками. Они соединяют череп и плавательный пузырь, выстраиваясь непрерывной цепочкой. Плавательный пузырь как резонатор, то есть усилитель звука, передает звуковые колебания веберовым косточкам, которые, в свою очередь, отправляют их к внутреннему уху.

Так в природе появился прообраз среднего уха за миллионы лет до появления стремени, а тем более молоточка и наковальни.

ХРАНИТЕЛЬ МЫСЛЕЙ

Первые животные, у которых был хоть и примитивный, но самый настоящий череп, появились более 500 миллионов лет назад. За многие миллионы лет эволюции череп очень видоизменился. Это касается не только его формы, но и костей, входящих в него. Некоторые кости, входившие в состав черепа и хорошо развитые, со временем из него исчезали или редуцировались. Например, парасфеноид — крупная кость в черепе рыб и некоторых земноводных у млекопитающих полностью исчезла, хотя в рыбьем черепе она имеет большое значение.

Другие кости, ранее игравшие значительную роль, сократились в размерах и еле заметны в черепе человека. Например, парные носовые кости и сошник (у низших позвоночных он тоже парный) были крупными у рыб и зем-

новодных. Но у человека они представлены совсем небольшими косточками.

А крыловидная кость, занимавшая значительную часть нёба земноводных и рыб, постепенно сокращалась, сокращалась, уступая место другим костям, пока совсем не исчезла — в черепе человека её уже нет, хотя она и присутствует в черепах других млекопитающих.

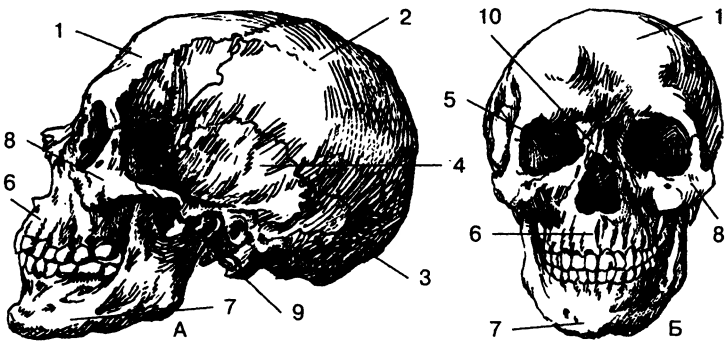
В черепе человека одни кости получили большее развитие и разрослись, а другие, наоборот, как сошники, стали совсем маленькими.

Надо напомнить, что человеческий череп подразделяют на две части: лицевую и мозговую. По сравнению с обезьянами, а тем более другими животными, у человека мозговая часть получила большее развитие, тогда как лицевая сократилась.

Мы не будем разбирать подробное строение каждой косточки человеческого черепа, все их выступы, отверстия, неровности, а остановимся на наиболее интересных моментах. И для начала обратим внимание на мозговую часть черепа.

Кости черепа бывают парными и непарными. В мозговой части черепа две парные кости и четыре непарные, то есть всего их восемь. Парные теменные кости образуют основную часть свода черепа.

Лоб образован крупной лобной костью. Кстати, у многих млекопитающих лобные кости тоже парные. У некоторых костей черепа есть внутренние полости. Наиболее яркий пример —



Череп человека:

А — сбоку; Б — спереди; 1 — лобная кость; 2 — теменная кость; 3 — затылочная кость; 4 — височная кость; 5 — глазница; 6 — верхняя челюсть; 7 — нижняя челюсть; 8 — скуловая кость; 9 — скуловой отросток височной кости; 10 — носовая кость

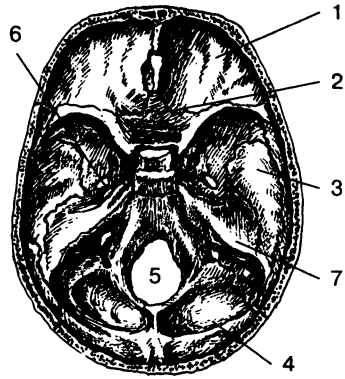
именно лобная кость. Воздухоносные пазухи этой кости имеют сразу несколько предназначений. Во-первых, воздух из внешней среды, попадая туда через носовую полость, согревается и поступает в легкие теплым. Это, в свою очередь, защищает мозг от перегрева. И, в-третьих, полости делают череп более легким.

Есть полости и даже пещера, лабиринты и пирамида (всё это названия) и в другой, но уже парной, кости. Она называется височной. Барабанная полость выполняет совсем другую функцию, в отличие от лобных пазух. Здесь в полости пирамиды височной кости находятся ещё три малюсенькие косточки — стремя, наковальня и молоточек. Миллионы лет назад эти кости были намного крупнее и выполняли другие функции, а теперь, словно египет-

ские фараоны, «запрятаны» в пирамиды.

Непарная клиновидная кость интересна тем, что по форме она напоминает бабочку. Она соприкасается и с головным мозгом, и с глазом, входит в состав верхней челюсти и даже виска.

Решетчатая кость совсем небольшая. Она получила своё название из-за множества отверстий, которые пронизывают её.



Череп человека (разрез, вид сверху):
1 — глазничные отростки лобной кости; 2 — клиновидная кость; 3 — чешуя височной кости; 4 — затылочная кость; 5 — большое затылочное отверстие; 6 — отверстия, через которые выходят нервы; 7 — пирамида височной кости

Если кто-то думает, что черепная коробка, или мозговая часть черепа, совершенно замкнута и не имеет отверстий, то это не так. В различных костях черепа есть отверстия, где проходят нервы и сосуды. Самое большое отверстие находится в затылочной кости. Это большое затылочное отверстие, где спинной мозг в основании черепа переходит в ствол головного мозга. По бокам его находятся мыщелки — суставные поверхности, соединяющие первый шейный позвонок, атлант, с черепом.

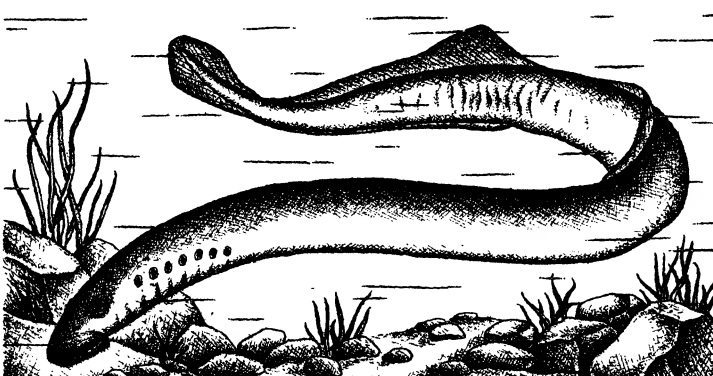
Внутренняя поверхность костей мозговой части черепа несет множество неровностей.

Это каналы, места расположения сосудов, бугорки, ямки, гребни.

Между костями можно проследить места их соединения. Они выглядят как неровные швы. У новорожденного ребенка кости черепа ещё не сросшиеся. Это необходимо для прохождения его по родовым путям. Кости могут смещаться, изменяя форму головы, не повреждая при этом головной мозг. Со временем кости черепной коробки срастаются. Дольше всего остаются незаросшими участки на границе между костями, которые называются родничками.

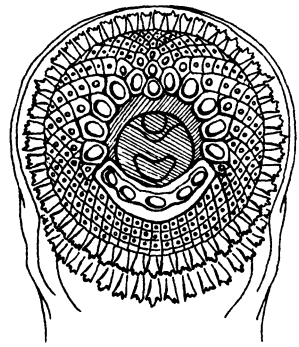
КАК ЖАБРЫ СТАЛИ КУСАТЬСЯ

В настоящее время круглоротые — это небольшой класс позвоночных животных, к которому принадлежат миноги и миксины. У них действительно круглые рты. И всё потому, что



Минога — современный представитель круглоротых

у них совсем отсутствуют челюсти. Что же с ними произошло, куда они подевались? Никуда, у круглоротых вообще никогда не было челюстей. Круглоротые принадлежат к группе бесчелюстных, когда-то многочисленной и разнообразной.



Ротовая воронка миноги

Эти животные стали прародителями челюстноротых (всех остальных позвоночных). Но откуда появились челюсти, неужели возникли на пустом месте? Нет, такое в эволюции случается редко.

У древних (впрочем, как и у современных) бесчелюстных было несколько пар жаберных дуг. И вот те из них, что находились на уровне глотки, полностью поменяли свою функцию: вооружились зубами и стали использоваться для захвата пищи.

Так в эволюции позвоночных животных появилось важное приобретение. Теперь позвоночные животные могли ловить и удерживать добычу. Это нововведение позволило значительно расширить пищевой спектр. Прежде всего, теперь в морях стало ещё менее безопасно, так как резко увеличилось количество хищников. Нетрудно догадаться, что первыми позвоночными животными, у которых появились челюсти, были рыбы.

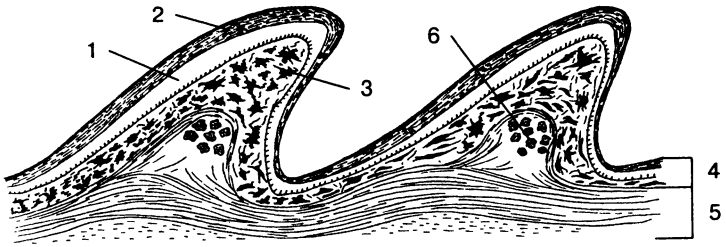
ВОЛОСЫ, ЧЕШУИ, КОЛЮЧКИ, ПЕРЬЯ

Кожа большинства позвоночных животных покрыта защитным покровом. Даже, казалось бы, голая кожа амфибий имеет защитный слой слизи. Но в данном рассказе речь пойдет о твердых покровах кожи. Например, у человека этот покров представлен волосами.

Ископаемая летопись засвидетельствовала важный факт, что ещё одни из самых первых позвоночных животных имели на поверхности кожи чешуи.

Чешую, как вы хорошо знаете, имеют и рыбы. Особенно это хорошо знают хозяйки и рыбаки, которым приходится чистить рыбу. Чешуя защищает покровы рыбьего тела от различных повреждений и инфекций. Казалось бы, при выходе на сушу земноводные, или амфибии, должны были бы иметь хорошо защищенные покровы, но получилось совсем наоборот. Вы не найдете на теле лягушки ни одной чешуйки — кожа амфибий мягкая и влажная. Отсутствие защиты в виде чешуи и проницаемость кожи обоснованы тем, что лягушка дышит через кожу. Это не слишком удобно, ведь для газообмена кожа должна оставаться влажной, и амфибиям постоянно приходится находиться около воды.

Так и жили бы наземные позвоночные около воды или вели бы полуводный образ жизни, если бы некоторые из них не «решили» посмо-



Кожа рептилий (строение на срезе):

1 — живой слой эпидермиса; 2 — роговой слой эпидермиса; 3 — пигментные клетки эпидермиса; 4 — эпидермис; 5 — дерма; 6 — кожные окостенения

треть, а что же находится там, вдалеке от водоема? Может, там пищи больше и врагов меньше? Это стремление «уйти от водоема» реализовали пресмыкающиеся, или рептилии.

У них уже не было кожного дыхания, зато легочное дыхание стало более интенсивным. Поэтому кожа рептилий стала сухой, а покрывали её (как, впрочем, и до сих пор) роговые чешуи. Это приобретение позволило пресмыкающимся расселиться во все уголки планеты и даже занять воздушное пространство. Но и на этом эволюция покровов не закончилась.

Чтобы увеличить площадь машущей поверхности крыла, пресмыкающимся-воздухоплавателям пришлось воспользоваться кожной перепонкой, расположенной между передней лапой и туловищем.

Другие покорители воздуха пошли иным путем. У триасовой рептилии длинночешуйника некоторые чешуи сильно увеличились в размерах. За счет этого они могли использовать

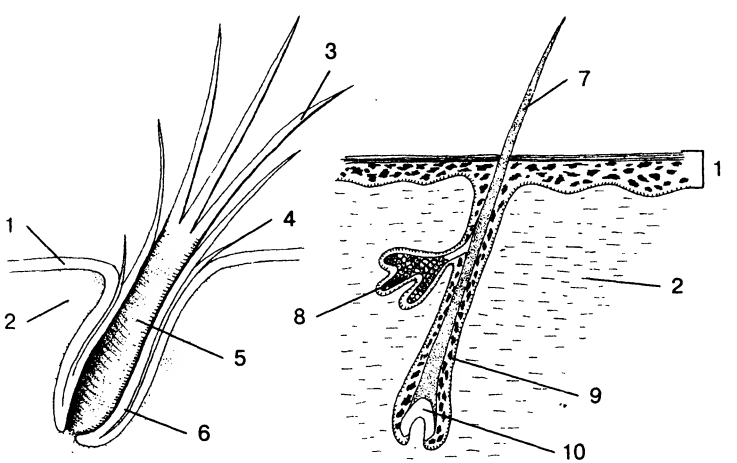
Длинночешуйник (лонгисквама)

пучки этих чешуй для планирования. Но рептилии, летавшие похожим способом, были единичны.

Тогда конструкторская мысль эволюции направилась иным путем. При помощи удлиненных и уплощенных чешуй вновь была увеличена площадь крыла летавших животных. Так появились пернатые — птицы. Причем надо отметить, что перья птиц выполняют не

только функцию полета, они ещё и согревают животное. Не случайно первые перья, которые, вероятнее всего, выполняли функцию согревания тела, были «изобретены» не птицами. Перья имелись ещё у некоторых динозавров. У современных птиц лапы до сих пор покрыты «рептильными» чешуями, а не перьями.

От пресмыкающихся произошла ещё одна группа позвоночных животных, у которых покровы стали развиваться совсем в ином направлении. Произошло это ещё раньше, чем появилось первое перо птиц или динозавров, в конце палеозойской эры. У пресмыкающихся — звероящеров помимо роговых чешуй стали появляться волосы, то есть шерсть. Именно эти



Прикрепление пера (А) и волоса (Б):
1 — эпидермис; 2 — дерма; 3 — бородки пера; 4 — разорвавшийся чехлик; 5 — полость очина пера; 6 — фолликул; 7 — стержень волоса; 8 — сальная железа; 9 — волосяной фолликул; 10 — волосяная луковица

животные стали прародителями млекопитающих, покрытых шерстью. Причем следует отметить, что шерсть — это не преобразованные роговые чешуи пресмыкающихся, как может показаться, а новая производная эпидермиса.

Так за миллионы лет кожные покровы позвоночных животных преобразовывались в самые различные варианты.

ОТКУДА ЛЕГКОЕ

Только с появлением особых органов дыхания — легких — стал возможен выход позвоночных животных на сушу. Жабры, которые могли высохнуть на суше, были непригодны для дыхания вне воды. Хотя надо сказать, что некоторые сухопутные беспозвоночные все же умудряются дышать жабрами на суше. Например, ракообразные мокрицы. Но они оказались «заложниками» такого типа дыхания, обреченными жить только при очень большой влажности. Сухой воздух для жабр губителен.

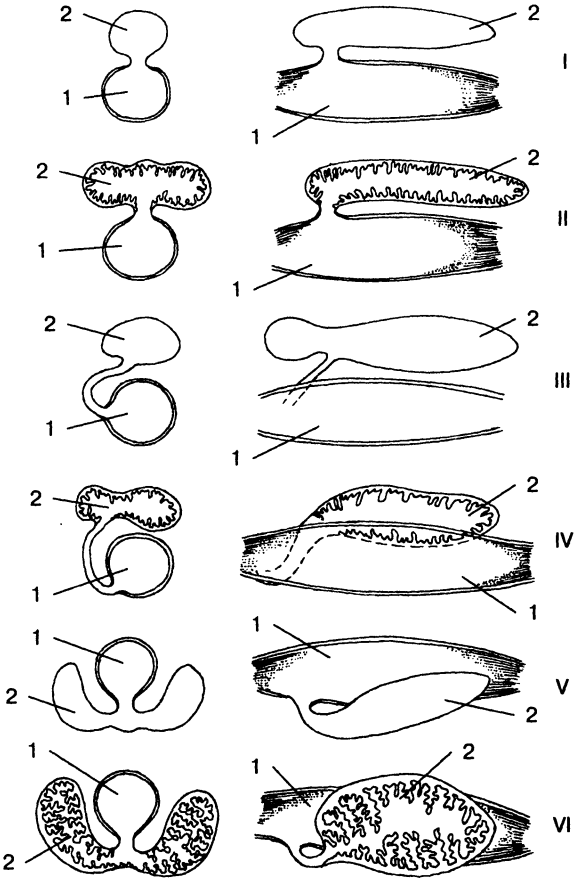
А вот насекомые и все остальные трахейнодышащие членистоногие способны дышать на суше и жить в самых засушливых условиях, даже в пустынях. Они дышат трахеями, которые находятся внутри тела животных. Именно за счет трахей членистоногие вышли на сушу раньше позвоночных животных примерно на 50–70 миллионов лет.

Из позвоночных первыми выбрались на сушу и смогли почти постоянно находиться вне воды земноводные. У них уже было легочное дыхание. Но впервые появились легкие, точнее легкое, не у амфибий, а у рыб. Родоначальниками легочного дыхания среди позвоночных были рыбы: кистеперые и двоякодышащие. Первые могли не только дышать атмосферным воздухом, но и с помощью мясистых плавников вылезать на сушу.

Родоначальницей легких у позвоночных следует считать пищеварительную систему. Первое непарное легкое было выростом кишки. Его стенки были пронизаны густой сетью сосудов и, быть может, имели внутреннюю складчатую поверхность. Но только когда легкие окончательно отсоединились от кишки, а воздух в них стал поступать по особым каналам, отходящим от глотки, они стали настоящими легкими.

По происхождению к легким близок плавательный пузырь, который также изначально является выпячиванием кишки. Его основная функция — поддержание плавучести тела рыбы. Но, как и примитивное легкое, у некоторых рыб он может участвовать в дыхании.

Около 400 миллионов лет назад легочное дыхание и примитивные легкие были распространены не только у кистеперых и двоякодышащих рыб. Доказательство тому — современная примитивная лучеперая рыба, которая имеет легкие. Надо, конечно, отметить,



Лёгкие и плавательный пузырь у разных групп рыб и наземных позвоночных:

I — типичный плавательный пузырь большинства рыб; II — плавательный пузырь костных ганоидов со складчатой поверхностью, способной выполнять дыхательную функцию; III — пузырь рыбы эритринус, открывающийся сбоку (переходная стадия от лёгкого с типичному пузырю); IV — лёгкое двоякодышащей рыбы, переместившееся на спину; V — лёгкое многопёра (первичный тип строения, предшествующий всем другим); VI — лёгкие наземных позвоночных (на стадии эмбриона);1 — пищевод; 2 — лёгкое или плавательный пузырь

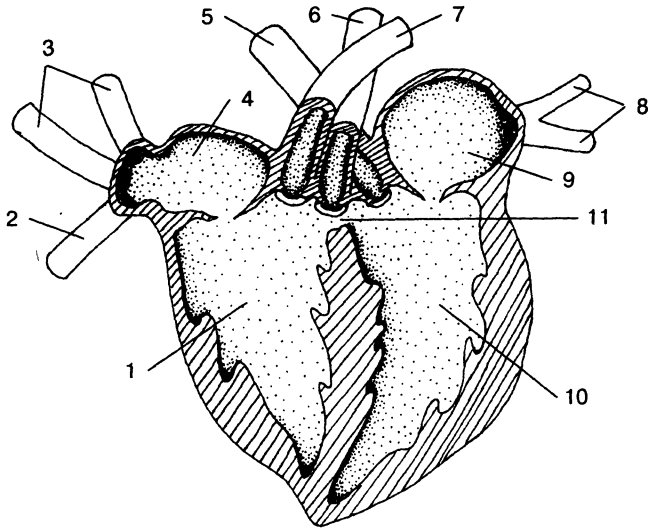
что все имевшие и имеющие легкие рыбы обладают или обладали ещё и жабрами.

Из доживших до наших дней двоякодышащих и кистеперых рыб легкими способны дышать только двоякодышащие рыбы. Единственная ныне живущая кистеперая рыба латимерия никогда не поднимается к поверхности воды за глотком воздуха. Её единственное легкое заполнено жировой тканью и не функционирует. Она словно «забыла» славную историю своих предков, когда кистеперые бродили по суше в поисках новых водоемов.

НЕОБЫЧНАЯ РЕПТИЛИЯ

Как вам хорошо известно, сердце пресмыкающихся трехкамерное — один желудочек и два предсердия. Несмотря на это, в желудочке есть перегородка, которая разделяет его на две части. Это необходимо для того, чтобы разделить кровь, поступающую из предсердий, — богатую кислородом и насыщенную углекислым газом. Но перегородка эта неполная. Она может замыкаться, соприкасаясь со стенками сердца во время его сокращения. Тем не менее кровь все равно частично перемешивается.

Такое строение сердца характерно для черепах, чешуйчатых (змей и ящериц) и клювоголовых. Это представители трех разных отрядов рептилий. Но есть ещё один отряд пресмыкающихся, который отличается по



Сердце крокодила (продольный разрез):

1 — правый желудочек; 2 — задняя полая вена; 3 — передние полые вены; 4 — правое предсердие; 5 — правая систолическая дуга; 6 — левая систолическая дуга; 7 — лёгочная артерия; 8 — лёгочные вены; 9 — левое предсердие; 10 — левый желудочек; 11 — паниццево отверстие

строению сердца от всех остальных рептилий. Он представляет группу, которая почти полностью исчезла с лица Земли. Это группа архозавров. Из неё до наших дней дожили только крокодилы.

Сердце этих устрашающих рептилий имеет полную перегородку, за счет чего кровь в нем почти не смешивается (все же маленькое отверстие в перегородке существует — оно называется паниццево отверстие). Подобная перегородка есть только в сердце птиц и млекопитающих.

Если крокодилы принадлежат столь древнему и почти полностью исчезнувшему древу, то можно предположить, что и другие представители архозавров, например динозавры и летающие ящеры, имели такое же четырехкамерное сердце, то есть были весьма высокоразвитыми пресмыкающимися.

ЕЩЁ ОДИН ГЛАЗ

У некоторых рептилий и круглоротых действительно есть третий глаз. В верхней части лба этих животных (например, у отдельных ящериц) в черепе есть отверстие, затянутое кожей. В этом-то отверстии под кожей и располагается третий глаз.

Он, как остальные, более привычные для нас глаза позвоночных, по своему происхождению является выростом головного мозга, а именно промежуточного мозга. По форме он напоминает обычное глазное яблоко.

Это самый настоящий глаз, в котором ещё можно различить зачатки хрусталика и роговицы. Даже сквозь кожу он различает свет и тьму.

Когда-то давно, миллионы лет назад, древние бесчелюстные, некоторые рыбы и примитивные амфибии имели хорошо развитый третий, или теменной, глаз, который функционировал наравне с остальными двумя глазами. Первоначально он был необходим животным, которые обитали и затаивались на дне. Третий

глаз осматривал ту часть пространства, которую в полной мере не могла рассмотреть пара других глаз. А ведь это очень важно — вовремя увидеть хищника, который нападает сверху. А такие, видимо, в далекой палеозойской эре преобладали.

По мере того как стали появляться быстро передвигающиеся животные, которые жили в толще воде и даже выходили на сушу, необходимость в третьем глазе отпала. Он сохранился у некоторых животных как пережиток прошлого — рудимент.

И все же он не исчез бесследно даже у тех животных, которые его совсем не имеют, в том числе и у человека. У человека и других млекопитающих он превратился в железу внутренней секреции — эпифиз (пинеальное тело). Он вырабатывает гормон мелатонин. Ученые считают, что свою зрительную функцию эпифиз полностью не потерял. Через кожу и кости черепа тоже проходят единичные частицы света. Их появление чувствует эпифиз. И в зависимости от наличия света или темноты регулирует выделение мелатонина, который важен для нормальной пигментации нашей кожи.

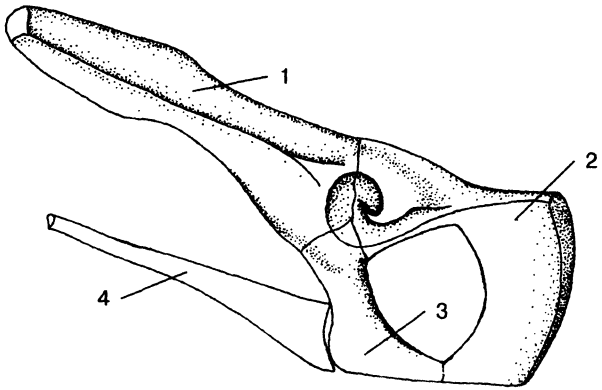
Кроме того, в эпифиз, пройдя по нескольким нервным путям и участкам головного мозга, поступает информация от сетчатки обычных глаз. А для некоторых животных функционирование эпифиза связано ещё и со временем размножения. Таким образом, эпифиз все время «в курсе», день или ночь у нас над головой.

Теперь мы можем научно установить эволюционную историю циклопа из древнегреческих мифов. Он произошел от миноги, изначально имел три глаза, два из которых исчезли в результате обычного биологического процесса редукции органов. Так и остался у него только один теменной глаз (и, видимо, не было эпифиза). (Вы, конечно, понимаете, что это шутка.)

СУМЧАТЫЕ КОСТИ

Один из важных отличительных признаков сумчатых млекопитающих от плацентарных — наличие сумчатых костей. У плацентарных, сами понимаете, они отсутствуют. Но у сумчатых в районе брюшной полости располагаются небольшие парные косточки. По происхождению они являются сесамовидными (см. с. 305). Они есть и у кенгуру, и у коалы, и у вомбата. Сумчатые кости выполняют вспомогательную функцию для поддержания сумки этих зверей. Легко ли кенгуру передвигаться, нося везде за собой сумку с тяжелым детенышем, который засиживается в ней очень долго, вырастая до совершенно немладенческих размеров? Интересно, что сумчатые кости имеются не только у самок, но и у самцов сумчатых млекопитающих.

Появились эти кости очень давно, сотни миллионов лет назад, когда млекопитающих

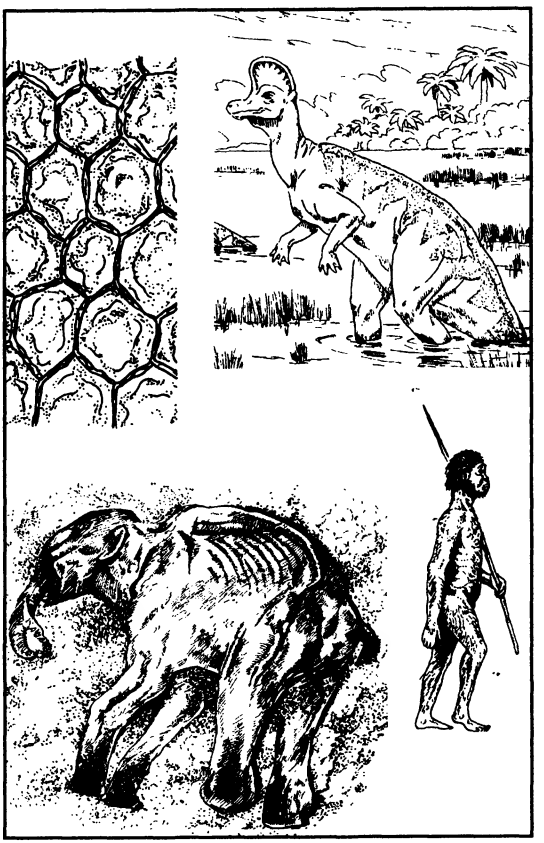


Тазовые и сумчатые кости сумчатых:
1 — подвздошная; 2 — седалищная; 3 — лобковая; 4 — сумчатая (предлобковая)

и в помине ещё не было. Первыми их обладателями были звероящеры-териодонты. Есть они и у древних мезозойских млекопитающих, и не только у сумчатых, но и у представителей давно вымерших групп, например у эупантотериев, семитродонтов.

Но более интересно не это. Сумчатые кости имели и древние плацентарные млекопитающие. Отечественный палеонтолог профессор А. К. Агаджанян считает, что наличие сумчатых костей есть признак того, что первые плацентарные животные не были таковыми. Они не могли долго вынашивать зародыш. Ведь его рост ограничивали эти самые сумчатые кости. Настоящая плацентарность возникает только тогда, когда исчезают сумчатые кости.

АНАТОМИЯ НА СЛУЖБЕ ПАЛЕОНТОЛОГИИ



Кости динозавров
Сердце ящера
Настоящая сенсация
Кожа динозавров
Мамонты
Мамонтята открывают секреты
Дима + Маша
Геном мамонта
Анатомия в камне
Мозг хищных динозавров
О чем может рассказать кость

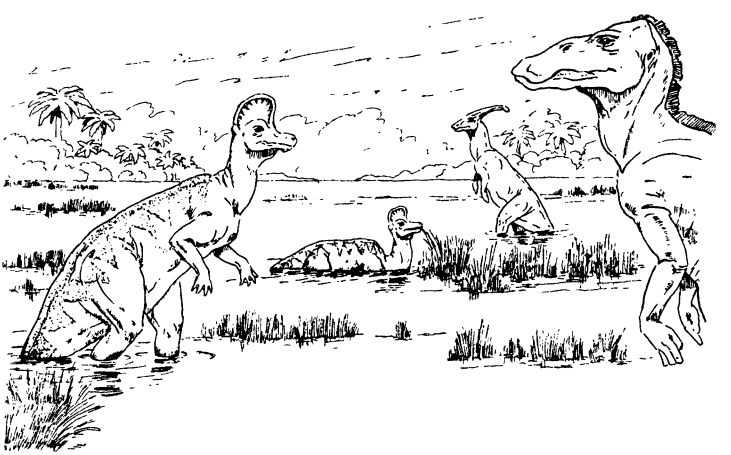
КОСТИ ДИНОЗАВРОВ

Иногда, чтобы понять особенности поведения вымершего животного или определить уровень его обмена веществ, приходится использовать имеющиеся данные анатомии и гистологии.

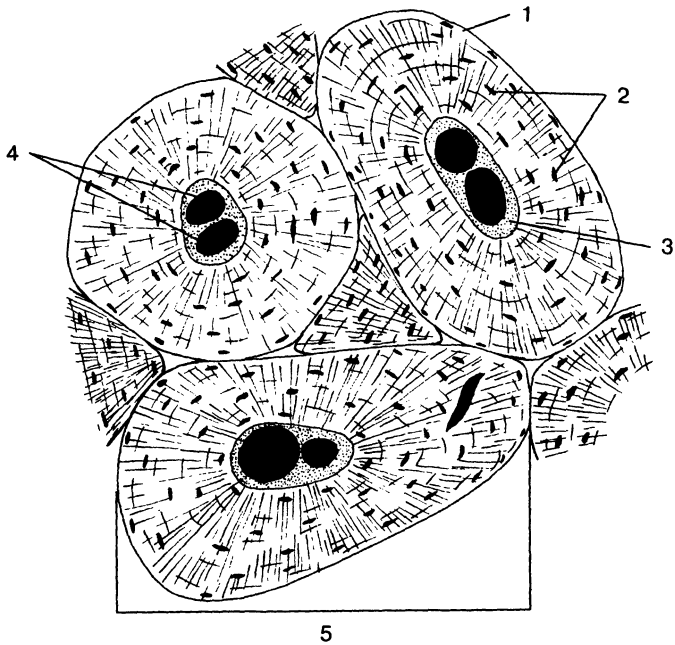
Много лет идет спор о том, какими были динозавры — теплокровными, как млекопитающие, или же холоднокровными, как все прочие рептилии? Как же узнать это, если единственное, что сохранилось от этих животных, — их кости?

Оказывается, и кости могут многое сказать об уровне обмена веществ ископаемого животного. Для этого кость динозавра распиливают, шлифуют и рассматривают под микроскопом.

Оказалось, что у некоторых динозавров в костях было очень много гаверсовых каналов,



Динозавры



Строение костной ткани:

1 — твёрдое вещество (минеральные соли и органические волокна); 2 — остеоциты (живые клетки кости); 3 — гаверсовы каналы; 4 — кровеносные сосуды; 5 — остеон — структурно-функциональная единица костной ткани

по которым проходят кровеносные сосуды и нервы. Чем богаче кость сосудами, тем выше уровень обмена веществ у её обладателя. Строение костей этих динозавров было очень схоже с устройством костей млекопитающих, а значит, и обмен веществ был почти столь же высоким, как у зверей.

Обнаружилась ещё одна интересная особенность. Линии нарастания костной ткани внутри костей (они выглядят как кольца древесины

на спиле дерева) некоторых динозавров нечеткие, плохо заметные. Это также свойственно млекопитающим. Отсутствие колец нарастания свидетельствует о том, что кость многократно перестраивалась: минеральные вещества рассасывались и вновь откладывались живыми клетками костной ткани. Постоянная перестройка костей свойственна только животным с постоянной высокой температурой.

Что же, вопрос, кажется, решён? К сожалению, не совсем так. Во-первых, у многих групп динозавров кости пока не изучены. Во-вторых, некоторые другие факты не подтверждают гипотезу о теплокровности древних ящеров. Кроме того, у некоторых хищных динозавров кости по внутреннему строению все-таки больше похожи на кости рептилий. Возможно, у разных групп динозавров уровень обмена веществ отличался?..

СЕРДЦЕ ЯЩЕРА

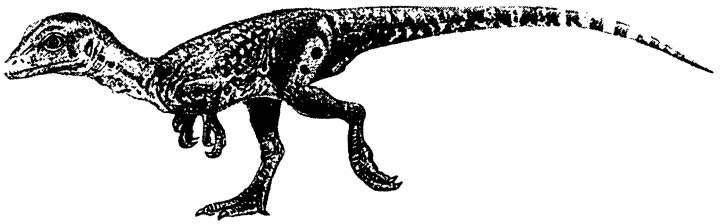
Если динозавры действительно были теплокровными, их кровеносная система должна была перегонять значительный объем крови, обогащенной кислородом. В таком случае объем сердца у них должен был быть куда больше, чем у их холоднокровных сородичей, и кровь почти наверняка должна была циркулировать по двум полностью изолированным кругам кровообращения. Благодаря такой

системе кровообращения обогащенная кислородом кровь циркулировала бы под большим давлением и с большой скоростью. К сожалению, мягкие органы динозавров, в том числе сердце, крайне редко сохраняются в виде окаменелостей. Тем не менее в 2000 году ученые обнаружили среди ископаемых остатков тесцелозавра орган, очень похожий на сердце. Обследовав окаменелость с помощью медицинского сканирующего оборудования, исследователи выяснили, что у тесцелозавра, очевидно, были полностью разделены два круга кровообращения, из чего следует, что он вполне мог быть теплокровным.

Но далеко не все ученые согласны с таким выводом. Некоторые считают, что это всего лишь так называемая «игра природы». Ведь известно, как однажды нашли большой кремень, по форме очень напоминавший головной мозг человека. Иные «искатели истины» даже обнаруживали на его поверхности какие-то определенные извилины и борозды.

НАСТОЯЩАЯ СЕНСАЦИЯ

Настоящей удачей для ученых был найденный в 1988 году в Италии маленький динозавр сципионикс. К сожалению, собственно «открытия» сципионикс ждал 10 лет, потому что описан и изучен он был только в 1998 году! Поразительно, но некоторые внутренние органы



Сципионикс (реконструкция)

динозавра оказались мумифицированы. Изучив анатомию ящера с помощью ультрафиолетового излучения, палеонтологи смогли сделать некоторые выводы об особенностях строения его тела.

Прежде всего, сохранились органы пищеварения. Печень выглядит красноватым сгустком в районе грудной полости. Не исключено, что это всего-навсего её отпечаток. Окраску, вероятно, определяет прижизненное повышенное содержание в ней железа, так как печень является органом, в котором происходит процесс разрушения старых эритроцитов.

Рядом с шеей находится не очень четкий отпечаток, который итальянские ученые интерпретировали, с некоторыми сомнениями, как отпечаток трахеи.

На месте брюшной полости сохранились остатки кишечника. Причем некоторые палеонтологи отмечают, что хорошо сохранилась внешняя поверхность кишечника, словно вскрыли только что умершее животное. Полость кишечника была диаметром немногим больше 5 мм — ведь динозавр был крошкой, тем более что

Скелет сципионикса, найденный в Италии

нашли не взрослого ящера, а детеныша. Особенно хорошо заметен толстый кишечник, можно даже различить несколько его петель. На некоторых участках скелета ученым удалось проследить его расположение и реконструировать прижизненное положение. Считается, что сципионикс питался мелкими ящерицами.

Хорошо сохранились некоторые мышцы сципионикса, особенно грудной клетки и основания хвоста, а также тончайшие брюшные ребра. Нетронутыми процессом разложения остались и крохотные коготки малютки.

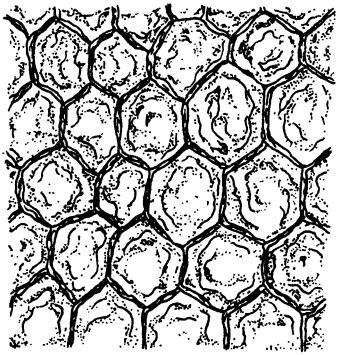
Смерть ящера произошла, вероятно, мгновенно. Тело сципионикса было быстро погребено в иле теплой мелководной лагуны. В отсутствие кислорода или при малой его концентрации тело животного разлагается очень медленно, поэтому кости, мышцы и часть внутренностей успели окаменеть. Интересно отметить, что кости в скелете сципионикса располагаются в прижизненном положении, это — признак того, что труп ящера был захоронен в иле на месте гибели и никуда более не переносился.

Такие уникальные находки единичны, но за счет них наука узнает такую информацию, которая, казалось, никогда не будет доступна.

КОЖА ДИНОЗАВРОВ

Палеонтологи, как правило, имеют дело с окаменевшими костями и раковинами вымерших организмов, то есть с теми органами, в составе которых преобладают неорганические вещества. Это различные, в основном содержащие кальций или фосфор, соли. Поэтому, когда мягкие части тела (мышцы, внутренние органы) разрушаются, сохраняется только то, что имеет в своем составе хоть какой-то неорганический компонент.

Но иногда условия захоронения организмов таковы, что сохраняются мягкие ткани вымерших животных. Например, в вечной мерзлоте. Особые условия искусственно создаются



Кожа утконосого динозавра (окаменевший отпечаток)

для сохранения египетских и других мумий. Но иногда сама природа словно бальзамирует мягкие ткани погибших организмов. Так произошло с кожей некоторых динозавров.

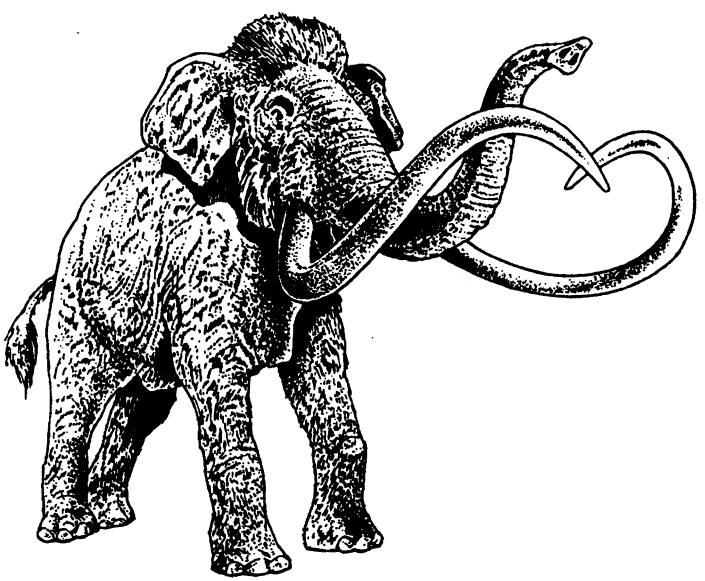
Она была довольно толстой, покрытой мощными роговыми чешуями, иногда имевшими форму бляшек. Именно такая кожа попала в руки к ученым. Много интересных находок на счету американских палеонтологов, среди них — окаменевшие мумии утконосого динозавра — анатозавра — с частично сохранившейся кожей. Исследования этих мумий показали, что кожа утконосых динозавров была толстой и покрытой костными бляшками, предохранявшими от солнечного перегрева. Кроме того, в области желудка анатозавра палеонтологи обнаружили остатки его последней трапезы: хвою, семена и шишки сосен.

В руки палеонтологов попала также кожа рогатого динозавра моноклона — толстая, состоящая из множества неправильных многоугольных полей.

Иногда кожа не сохраняется, но в породе остаются её отпечатки — такое встречается чаще. Но это уже тема для другого рассказа.

МАМОНТЫ

На сегодняшний день известно не менее 15 находок мамонтов, у которых в той или иной степени сохранились или мышцы, или кожа, а иногда и внутренние органы. Наиболее известен труп взрослого мамонта, который был найден на реке Березовке (это приток Колымы) на северо-востоке Сибири в 1900 году, хотя находки туш с кожей и мягкими тканями были и раньше (одно из первых описаний датируется 1692 годом). Этот 50-летний самец умер около 44 тысяч лет назад, провалившись в полынью или промоину. При этом зверь сломал некоторые кости и очень быстро умер.



Мамонт

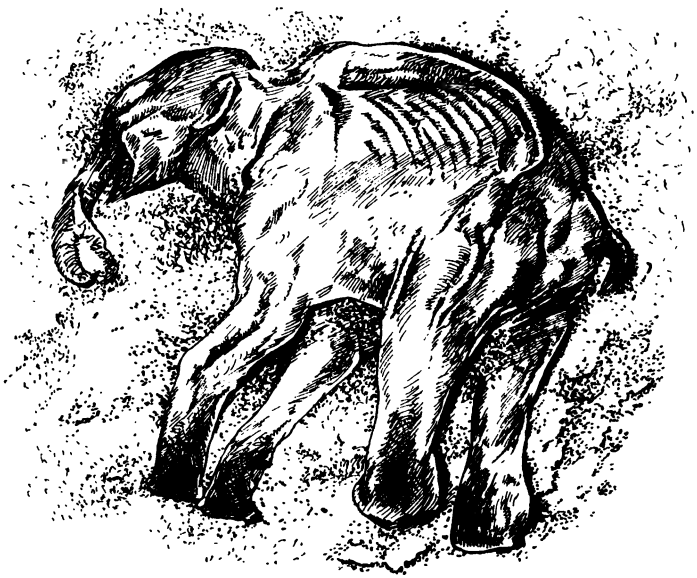
Раскапывая, а точнее вырубая из вечной мерзлоты мамонта, ученые были удивлены ярко-розовым цветом его мышц, словно животное погибло только что. Не случайно песцы, волки и собаки не брезговали мясом мамонта и в результате отгрызли хобот и сильно повредили голову животного. Но стоило только мясу разморозиться, как оно сразу расплывалось и приобретало серый цвет.

Ученые смогли изучить шкуру, кости, мышцы, внутренности и кровь мамонта. Кстати, в желудке и во рту сохранились остатки последней пищи гиганта. Сейчас чучело Березовского мамонта хранится в экспозиции Зоологического музея при Зоологическом институте РАН в Санкт-Петербурге.

Наиболее сенсационные находки связаны с оттаиванием из мерзлоты туш мамонтят. Первая из них была обнаружена в 1977 году в Магаданской области у ручья Киргилях.

МАМОНТЯТА ОТКРЫВАЮТ СЕКРЕТЫ

Когда старатели нашли тело 7- или 8-месячного мамонтенка недалеко от ручья Киргилях, важно было как можно оперативнее изъять его из мерзлоты и доставить туда, где тушу можно было бы заморозить и подробно исследовать, ведь тридцатиградусная жара не способствовала сохранению уникальнейшей находки. К счастью, все прошло благополучно, и мамонтенок,



Мамонтёнок Дима

которого назвали Димой, был транспортирован в Санкт-Петербург. В Зоологическом музее тушка мамонтенка была подробнейшим образом изучена. Исследовались немногочисленные обрывки шерсти, скелет, внутренние органы, ткани и ДНК. Ученые сделали рентгеновский снимок, на котором можно было увидеть прижизненное положение костей животного. Позже в Японии палеонтологи изучили тушку с помощью томографа. Ученые выяснили положение внутренних органов. Но чтобы подробно изучить анатомическое строение, необходимо было сделать вскрытие.

В процессе вскрытия ученые-палеонтологи нашли большинство внутренних органов:

пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник, прямую кишку, печень, трахею, легкие, сердце, остатки головного мозга, почки, семенники, аорту и другие сосуды, вилочковую железу. Исследователям не удалось обнаружить поджелудочную железу и селезенку. Все органы были высохшими и сплющенными, потому что после смерти мамонтенка его тело значительно обезводилось.

Оказалось, что у мамонтенка был желудок объемом в 1 литр. Органы, которые участвовали в кровообращении и формировании клеток крови, имели темный цвет. Например, печень была бурой из-за накопившихся в ней соединений железа. В ней удалось даже обнаружить губчатую ткань — остатки когда-то живого органа. Но восстановить или оживить эти клетки было невозможно.

К легким вела трахея, утолщенная по всей длине 20 хрящевыми кольцами. Легкие были также темными, так как в них находится множество сосудов, в которых происходит обогащение крови кислородом и её очистка от углекислого газа. Сохранились также некоторые бронхи и альвеолы легких.

Черное сердце сохранилось очень неплохо. В его желудочках были обнаружены темные сгустки массой всего лишь в полтора грамма — все, что осталось от крови, которая попала в сердце перед самой смертью животного. Хорошо сохранились некоторые сосуды сердца и выходящая из него аорта.

Хуже всего сохранился головной мозг, вернее, он почти не сохранился. Окружавшие его оболочки оставались целыми, а сам мозг превратился в кашицу грязно-серого цвета. Этот нежный и важный орган разрушился или сразу после гибели животного, или во время кратковременного оттаивания, или в процессе раскопок мамонтенка.

Так же как в печени, в почках и семенниках можно было различить паренхиму.

Неожиданные результаты появились после осмотра кишечника Димы. В нем в некоторых местах присутствовали остатки слизистой оболочки. Можно было различить также гладкие мышцы и коллагеновые волокна соединительной ткани. Но самое интересное то, что в кишечнике удалось обнаружить структуры, очень похожие на нервные волокна.

Удивительно, но в некоторых органах, например в легких и кишечнике, удалось найти целые, но нежизнеспособные клетки крови — лейкоциты, эритроциты, фибробласты и тромбоциты.

Обязательным анализом ещё на месте раскопок было бактериально-эпидемиологическое исследование. Ученые проверяли, не умер ли мамонтенок от какой-то инфекции, например очень живучей сибирской язвы. При соприкосновении с тушкой этой или другой инфекцией могли заразиться люди. Ведь обнаружили же в льдах Антарктиды бактерий, которые оказались жизнеспособными после тысяч лет

заморозки. Бактерий в трупе мамонтенка нашли, но, к счастью, среди них не было опасных для человека.

После тщательного исследования было решено забальзамировать тушку мамонтенка Димы при помощи парафина. Она почернела, но все процессы разложения в ней остановились. Теперь тушка мамонтенка выставлена в экспозиции Зоологического музея в Санкт-Петербурге. А гипсовую копию этого мамонтенка можно увидеть в Палеонтологическом музее им. Ю. А. Орлова в Москве.

ДИМА + МАША

В сентябре 1988 года на полуострове Ямал из вечной мерзлоты был извлечен ещё один мамонтенок. Это была 3–4-месячная самка, которую позже сотрудники Зоологического института в Санкт-Петербурге нарекли Машей. После нахождения Димы вторая такая удача казалась просто необыкновенным везением.

Тушку мамонтенка обнаружили матросы одного из кораблей на берегу речки Юрибечеяха. Вода вымыла её из береговых отложений. Мамонтенок пролежал какое-то время под открытом небом, поэтому его шкура в некоторых местах была повреждена птицами и леммингами, вмешалась в сохранность туши и высокая атмосферная температура. Как и в

случае с Березовским мамонтом, хобот отсутствовал. Не было хвоста, а шерсть клоками лежала рядом с находкой. И у мамонтенка Димы, и у Маши на теле от ногтевых пластин остались только следы.

У мамонтенка сохранился язык, слюнные железы, пищевод, печень, кишечник, желудок, легкие, прямая кишка, яичники, трахея, сердце, матка и почки с надпочечниками. На этот раз удалось выявить селезенку с поджелудочной железой. Многие органы сохранились хуже, чем у предыдущего мамонтенка. Аорта и другие сосуды, пищевод, бронхи и трахея представлены фрагментами. Органы брюшной полости были сплющены и собраны в единую массу, из которой отпрепарировать что-либо было почти невозможно. Желудок и кишечник были пусты и смяты. Головной мозг так же, как у Димы, представлял собой бесформенную кашицу. Зато ученым удалось выделить довольно длинный участок ДНК из клеток мамонтенка.

Колено на одной из ног было повреждено. Возможно, эта травма не позволяла мамонтенку быстро передвигаться и в конце концов ускорила его гибель.

Бренные останки мамонтенка были также забальзамированы и экспонируются в одном из залов Зоологического музея в Санкт-Петербурге, рядом с тушкой мамонтенка Димы, тем более что детеныши оказались «ровесниками» — им обоим по 40 тысяч лет от роду.

ГЕНОМ МАМОНТА

Современная палеонтология за последние десятилетия шагнула очень далеко. Если раньше изучались лишь скелеты и раковины, то теперь уделяется внимание даже ископаемым бактериям и органическим веществам, содержащимся в окаменелостях.

Органических веществ в костях животных, вымерших миллионы лет назад, уже нет, они разрушились. Кости пропитались минеральными солями и окаменели, сохранив ту форму, которую имели при жизни животного. Но есть некоторые исключения.

В костях или чудом сохранившихся тушах животных, которые вымерли тысячи лет назад, органические вещества найти можно. Этим занимаются некоторые исследователи. Обычно из костей пытаются выделить молекулы ДНК и белков, например, коллагена. К величайшему сожалению, эти большие молекулы со временем разрушаются. Тем не менее иногда удается найти некоторые их фрагменты.

В настоящее время удалось выделить фрагменты ДНК как довольно древних животных, таких как мамонт, пещерный медведь, мастодонт, мегатерий, так и совсем недавно исчезнувших — сумчатого волка, моа, квагги, морской коровы, кенгуровых крыс. Есть даже части ДНК, выделенные из костей неандертальца, кроманьонца и египетской мумии.

Выделить ДНК можно как из ядра клетки, так и из митохондрий, энергетических станций клеток.

Уже довольно долго в газетах, на радио и телевидении ведутся разговоры о клонировании мамонтов. Сумели же клонировать овечку, значит, и мамонта можно клонировать. Разница заключается в том, что овечка — животное современное и получить из её клеток генетический материал в виде хромосом нетрудно. Мамонты же вымерли около 3–4 тысяч лет назад, последние из них жили на острове Врангеля.

Современные генетика, биохимия, генная инженерия и биотехнология выросли до такого уровня, что клонировать какое-либо животное уже можно, правда, совсем не легко. Можно встроить в ДНК одного организма часть наследственной информации другого живого существа. Но как же быть с мамонтом?

Для начала нужно найти и выделить каждую хромосому этого животного. Было бы очень хорошо, если бы в замороженном состоянии сохранились какие-либо клетки животного. Тогда их можно было бы оживить, а дальше дело за новейшими достижениями биологии. Если бы удалось найти хромосомы или целое ядро клетки, их можно было бы вживить в клетку современного слона и затем начать выращивание культуры клеток и т. д.

Подходящий клеточный материал искали в каждой замороженной туше мамонтов.

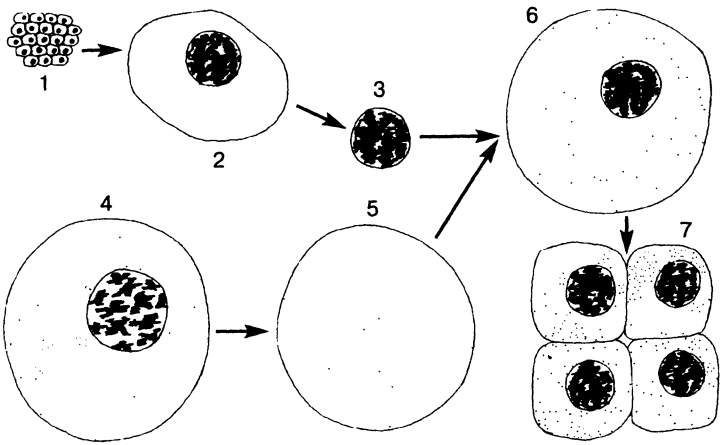


Схема теоретически возможного клонирования мамонта:

1 — участок замороженной ткани; 2 — отдельная клетка, размороженная с сохранением структуры ядра; 3 — выделенное ядро; 4 — яйцеклетка слона; 5 — яйцеклетка слона, из которой удалили ядро; 6 — в яйцеклетку слона подсаживают ядро мамонта; 7 — начало развития зародыша мамонта в матке слонихи

Объектом для поисков служили и шкуры давно вымерших животных, и мышечная ткань, кости и находившийся в них костный мозг. Самыми активными энтузиастами клонирования мамонта являются японские специалисты, которые к тому же «большие поклонники» этих животных. Японское общество возрождения мамонта снаряжает множество экспедиций, чтобы найти у мамонтов живые сперматозоиды. С их помощью японские ученые предлагают оплодотворить яйцеклетку современного слона и получить гибрид слона с мамонтом. В качестве кандидатуры предлагается

индийский слон. Далее методами селекции можно было бы вывести «породу» слонов, наиболее похожую на мамонтов.

Однако ни подходящих клеток, ни хромосомного набора этих хоботных, ни живых сперматозоидов до сих пор нет. Может быть, ученые недостаточно хорошо ищут? Вовсе нет. Обратимся к наиболее подробному описанию и изучению клеток и тканей магаданского мамонтенка Димы.

В книге, где опубликованы подробные результаты исследования мамонтенка, есть статья, посвященная выделению из клеточного вещества хромосом. Она чрезвычайно маленькая — всего одна страничка. Но это не значит, что ученые провели плохое исследование, просто изучать оказалось нечего. Остались лишь маленькие фрагменты цепочек ДНК и ни одной целой хромосомы.

Однако это не остановило поиски, и ученые из России — Г. С. Раутиан и И. А. Дуброва — а также Германии, Японии и других стран выделяли участки ДНК различной длины и изучали их. Но это были всего лишь фрагменты.

Постепенное замораживание трупов мамонтов приводило к тому, что находившаяся в клетках жидкость замерзала и растущие кристаллы льда разрушали ядро, другие органеллы и мембрану. Иногда от клеток сохранялись только клеточные мембраны, словно ячейки, внутри которых находились остатки

клеточного содержимого. Также способствовали разрушению клеток и клеточных структур периодические чередующиеся оттаивание и замерзание туши. Наименее перспективным для реконструкции ДНК мамонтов оказался материал, который пролежал некоторое время в лабораториях, а потом использовался для восстановления хромосом мохнатых слонов.

Поэтому многие ученые очень скептически относятся к идее клонирования мамонта и считают, что найти целые хромосомы или способные к оживлению сперматозоиды невозможно. И все же, если задаться целью клонировать мамонта, поиски целых клеток и хромосом этих животных нужно продолжать. Остается надежда и на результаты выделения отдельных фрагментов ДНК. Кто знает, может быть, спустя несколько лет можно будет собрать все хромосомы этих вымерших хоботных по фрагментам, «сшить» их и клонировать мамонта. Вероятно, это не такая уж фантастика.

АНАТОМИЯ В КАМНЕ

Известны случаи, когда внутренние органы животных сохраняются в ископаемом состоянии. Минеральные соли замещают мягкие ткани, сохраняя форму органов. Как правило, внутреннее строение органов не сохраняется, хотя иногда некоторые структуры различить все же можно. Чтобы окаменение произошло,

необходимы особые условия, при которых мягкие ткани, с одной стороны, сохраняются неразрушенными, а с другой — быстро пропитываются минеральными солями — окаменевают.

В ряд учебников палеонтологии XX века попал рисунок, на котором была изображена раковина брюхоногого моллюска. Она была неполной, часть передней стенки самого широкого завитка отсутствовала. А внутри нее находился жгут, состоящий из какого-то минерала (какого именно, по рисунку понять было невозможно). Зная внутреннее строение современных брюхоногих моллюсков, палеонтологи определили, что этот жгут является не чем иным, как фрагментом пищеварительной системы, замещенным минералом.

Известны многочисленные случаи, когда внутри черепов позвоночных животных находили окаменевший естественный отлив головного мозга с отпечатком внутренней поверхности черепной коробки. Череп заполнялся через имеющиеся в нем отверстия осадком (илом или песком), который со временем затвердел и окаменел. Иногда мозговую полость в черепной коробке искусственно заполняли гипсом, воском или пластиком, чтобы сделать слепок внутренней поверхности. Конечно, тонкие внутренние структуры мозга не сохранялись, но доли, борозды, извилины, кровеносные сосуды и отдельные нервы можно увидеть, а также определить степень развития тех или иных частей головного мозга. На исследуемых образцах не

всегда можно наблюдать все извилины и борозды, иногда видны только отделы мозга.

В связи с изучением естественных отливов головного мозга ископаемых животных известным французским естествоиспытателем Ж. Кювье было основано направление в палеонтологии — палеоневрология. Наиболее активным продолжателем дела великого француза стал известный советский палеонтолог Ю. А. Орлов.

Палеонтологи обнаружили естественные слепки мозга летающих ящеров. Оказалось, что те доли головного мозга, которые ответственны за координацию движений, у этих рептилий были хорошо развиты. Значит, летающие ящеры были именно летающими, а не планирующими животными, как предполагали некоторые ученые.

Гораздо лучше исследован головной мозг млекопитающих. Известны естественные отливы головного мозга древних хоботных, газелей, лошадей, китов, носорогов и куниц. Палеонтологам хорошо известен прекрасно сохранившийся естественный отлив головного мозга гигантской медведеобразной куницы перуниума. Выяснилось, что, несмотря на то, что мозг перуниума в общем сходен с головным мозгом современных куниц, у него есть много черт строения, которые характерны для головного мозга других хищных млекопитающих. Например, сильно развиты височные доли больших полушарий, что свойственно головному

мозгу медведей. Это может быть связано с хорошим слухом животного или с высоким уровнем высшей нервной деятельности. Крупный мозжечок с хорошо развитыми извилинами и бороздами — признак того, что перуниум был ловким и проворным животным.

Данное направление исследований очень перспективно, так как оно позволяет не только узнать строение внутренних органов, но и судить о некоторых чертах поведения, развитии органов чувств и т. д. у вымерших животных. Так, выполнены искусственные отливы головного мозга различных динозавров, которые всесторонне изучаются.

МОЗГ ХИЩНЫХ ДИНОЗАВРОВ

Исследуя головной мозг различных млекопитающих, палеонтологам хочется также заглянуть под черепную коробку динозавров, рептилий, правивших Землей на протяжении мезозойской эры, в течение почти 180 миллионов лет. Прежде всего, объектом таких исследований стали хищные динозавры, такие как тираннозавр или тарбозавр. Ведь давно ведутся споры: были ли они активными хищниками или питались исключительно падалью?

Для выяснения строения мозга ученые проводили исследование черепов хищных динозавров на томографе и делали слепки с мозговых коробок.

Как мы уже выяснили, у пресмыкающихся головной мозг покрыт плотно прилегающими мозговыми оболочками, поэтому узнать точное его строение, не сняв эти оболочки, невозможно — ни при помощи томографа, ни снимая самые точные слепки. Тем не менее, проведя тщательное изучение и сравнив их головной мозг с мозгом современных пресмыкающихся, палеонтологам удалось получить очень интересные результаты.

В первую очередь стоит отметить, что головной мозг в соотношении с размером всего тела или хотя бы черепа был мизерным. Кроме того, оказалось, что в головном мозге тираннозавра были хорошо развиты обонятельные доли и, соответственно, обонятельные луковицы. Значит, обоняние ящера было очень хорошо развито. Мозжечок был очень необычной формы: он имел вид конуса, приподнятого над мозгом. Надо сказать, что такое строение мозжечка характерно и для современных рептилий.

У хищных динозавров был сильно развит гипофиз. Он имел шишковидную форму и был гигантского размера. Это значит, что в регуляции тела ящера имела значение не только нервная составляющая, за счет нервных импульсов, но и гуморальная, за счет гормонов.

Вообще, как оказалось, головной мозг тираннозавра не имел каких-либо необычных черт строения.

Ученые сделали вывод, что тираннозавр, имея огромную массу тела, не в одну тонну,

навряд ли быстро бегал. И скорее всего предпочитал искать жертву по запаху, так как обоняние его было развито хорошо. Напрашивается вывод, что тираннозавры питались падалью.

О ЧЕМ МОЖЕТ РАССКАЗАТЬ КОСТЬ

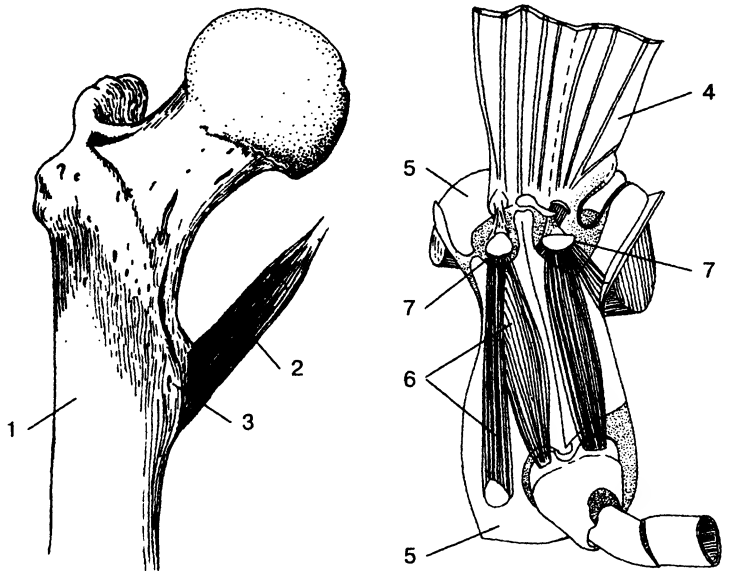
Чаще всего ученые-палеонтологи сталкиваются в своей работе с раковинами и костями. Это все, что остается от ушедших в небытие животных. Но даже кости и раковины могут рассказать о строении давно вымершего животного. Нужно только уметь читать те следы, которые сохраняются на ископаемом материале.

По сохранившимся костям можно узнать многие важные подробности строения тела животного. На поверхности костей существует ряд выступов, гребней или не слишком выдающихся неровностей (иногда их можно назвать даже шероховатостями), которые могут рассказать о многом.

Например, на плечевых костях человека находится дельтовидная шероховатость (иногда называемая бугристостью) — место прикрепления дельтовидной мышцы.

Такой характер поверхности не случаен. Увеличение неровности поверхности кости способствует лучшему прикреплению мышцы.

То же касается и отростков и гребней костей. Например, на нижней челюсти с каждой



Прикрепление мышц к скелету у человека (А) и насекомых (Б):

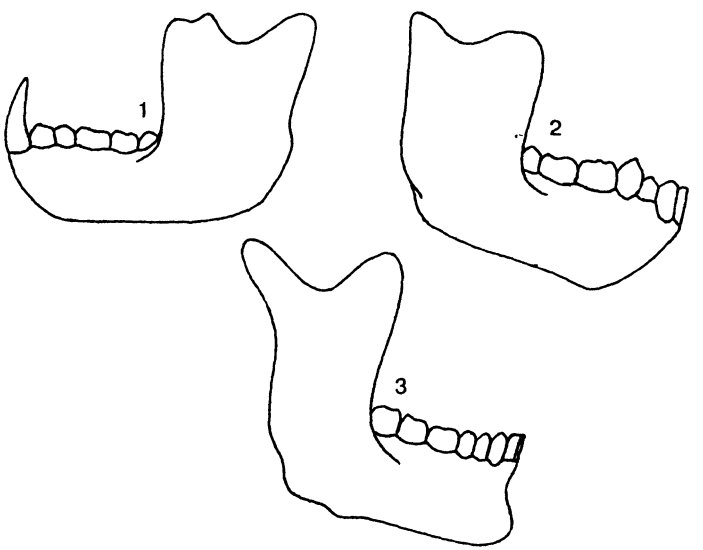
1 — бедренная кость; 2 — мышца; 3 — место прикрепления мышцы; 4 — крыло; 5 — хитиновый покров; 6 — мышцы; 7 — утолщения хитинового покрова в местах прикрепления мышц

стороны есть парные отростки — суставный и венечный. Основная функция первого — образовать сустав, а второй является местом прикрепления мышц. Он также необходим человеку, когда тот активно двигает челюстью во время пережевывания пищи или разговора.

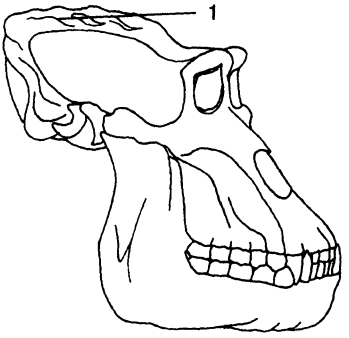
Но если взглянуть на челюсти человекообразных обезьян: орангутана, шимпанзе, гориллы, то окажется, что у человека он не такой уж большой — у человекообразных обезьян он гораздо массивнее. Не менее крупным был он

и у вымерших предков человека, таких как обезьяна-египтопитек и «основатель» человеческого рода — австралопитек. Это совсем не значит, что болтали они больше и лучше, чем мы (тем более, что другие признаки наличия членораздельной речи у них отсутствуют), просто пища их была куда более грубой, чем наша. Поэтому, чтобы прожевать её, необходимы были сильные, более мощные, чем у человека, мышцы.

То же касается и гребней. Например, у представителя племени австралопитеков зинджантропа от уплощенного лба к темени черепа проходил костный гребень, что встречается также у современных горилл. У современного



Челюсти гориллы (1), австралопитека (2) и современного человека (3)



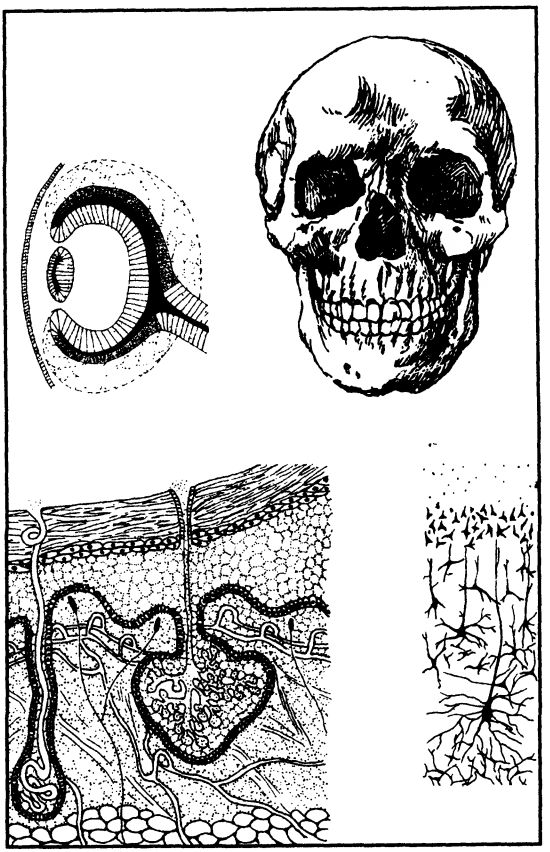
Костный гребень (1) на черепе гориллы

человека и ряда вымерших представителей рода человеческого такого гребня нет, поскольку он сформировался, чтобы стать местом прикрепления мощных мышц.

Зная эти закономерности анатомического строения опорно-двигательного аппарата, ученые по ископаемым костям могут не только обнаружить место прикрепления мышц, но и сказать, насколько те были развиты и, следовательно, какой образ жизни вело животное и чем оно питалось.

Так единственная косточка может рассказать о своем хозяине, не только современном, но и вымершем.

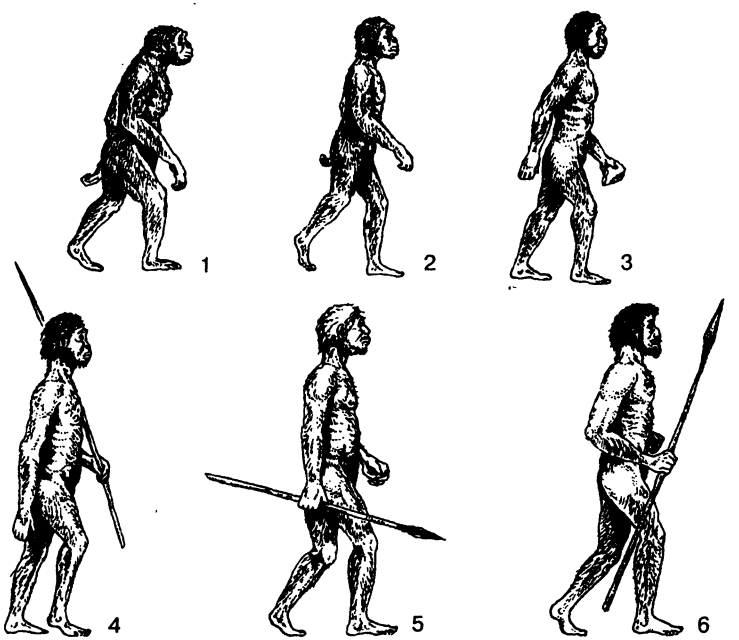
АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА



Венец природы
Чем человек отличается от растения
Горизонтальный перенос
Дышите глубже
Чем отличается жабра от легкого
Трахея и трахеи
Человек и регенерация
Словно тритоны
Органы с заплатками
Рецепт по выращиванию зуба
Почти сказочный теремок
Лимфатическая система
Под строгим самоконтролем
Что такое глаз?
Энцефализация
Зачем нужна человеку глия?
Железа с головой и хвостом
Зачем человеку столько желудочков
Перистальтика
Везде своя среда
Рассказ о водителях
Безразличный к боли
Наша опора
Зачем человеку сумки
Сесамовидные кости
Бинокулярное зрение
Мельчайшие ручейки
Все дело в площади
Жидкая ткань
Стражи иммунитета
Тромбоциты
Зачем нужна кровь
Первый человек
Труд и разум
Говорил ли неандерталец
Ничего лишнего
Великолепная семерка
Почему темнеет в глазах
При чём здесь почки

ВЕНЕЦ ПРИРОДЫ

История этой главы началась около 100 тысяч лет назад, когда на планете Земля появился человек разумный (Homo sapiens), то есть тот вид, к которому относимся и мы. Нас отделяют сотни поколений от первого человека, которого природа наделила удивительной способностью мыслить, заранее обдумывать свои поступки и их последствия. Правда, и до сих пор человек не всегда пользуется этой способностью...



Эволюционный ряд предков человека:

1 — ардипитек; 2 — австралопитек; 3 — человек умелый; 4 — человек прямоходящий; 5 — неандерталец; 6 — человек разумный

Эта уникальная способность позволила человеку значительно улучшить свои условия жизни: сначала придумать стрелу, колесо, плуг, нож, хижину, а потом многоэтажный дом, самолет, автомобиль, космический корабль и, как это ни печально, ядерное оружие. Но вы спросите, что же объединяет нас, людей XXI века, и первобытных людей, одетых в шкуру и пользующихся каменными орудиями? Ведь прошли тысячи лет, за это время могло же что-то измениться. И да и нет. Время не проходит бесследно ни для одного вида живых существ, что-то обязательно меняется. И тем не менее если было бы возможно сравнить анатомию человека современного и первобытного, то отличия оказались бы несущественными. Часто именно анатомия позволяет сравнить различные виды и роды живых организмов, чтобы сделать заключение об их родстве.

Человек разумный — всего лишь один вид из многомиллионного разнообразия видов живых существ, которые живут вокруг нас. Казалось бы, всего один вид, изучить который за многие века можно было бы досконально, тем более что в настоящее время существует множество новых технологий. Но эта задача оказалась не столь простой, как кажется. Маленькая одноклеточная амеба, размером не более 700 мкм, состоит из целого набора органелл, а те, в свою очередь, из множества образующих их органических веществ, а человек состоит из многих миллионов клеток,

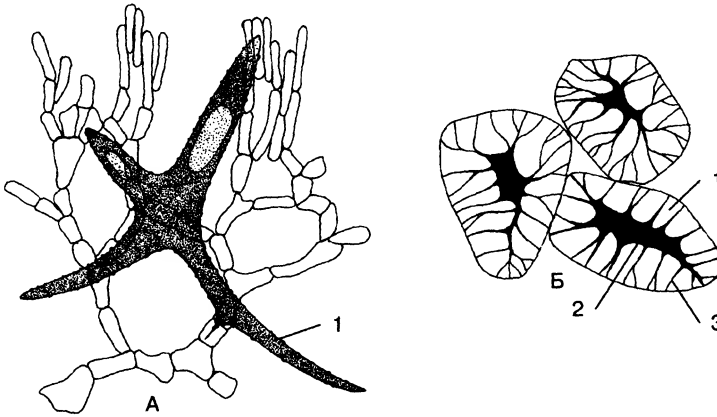
подобных амебе. У каждой есть своя функция, каждая чем-то занята.

Каждый из органов имеет своё место, каждый делает свою работу. А ведь все они ещё и связаны друг с другом! Поэтому мы и до сих пор не знаем всего о человеке, а, между тем, знание это нам необходимо, прежде всего в медицине. Врач должен не только представлять, где находится сердце или почка, но и знать, какие процессы связаны с этими органами. А причина заболевания иногда кроется всего лишь в какой-нибудь группе клеток. Поэтому изучение человеческого организма происходит на самых разных уровнях: от клетки до системы органов.

ЧЕМ ЧЕЛОВЕК ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ РАСТЕНИЯ

Чем человек отличается от высших растений — папоротников, хвощей, плаунов, голосеменных и цветковых? Вы, наверное, скажете: абсолютно всем. Но давайте рассмотрим этот вопрос с самого первого уровня строения человека и растений, с уровня клеток и тканей. Человека, как и всех других животных, отличает от растений одна важная особенность.

У высших растений, как и у животных, есть транспортные системы. В царстве животных это чаще всего кровеносная система. У растений — ксилема (древесина) и флоэма (луб, живая часть коры). Каркас тела человека и



Склереиды растений:

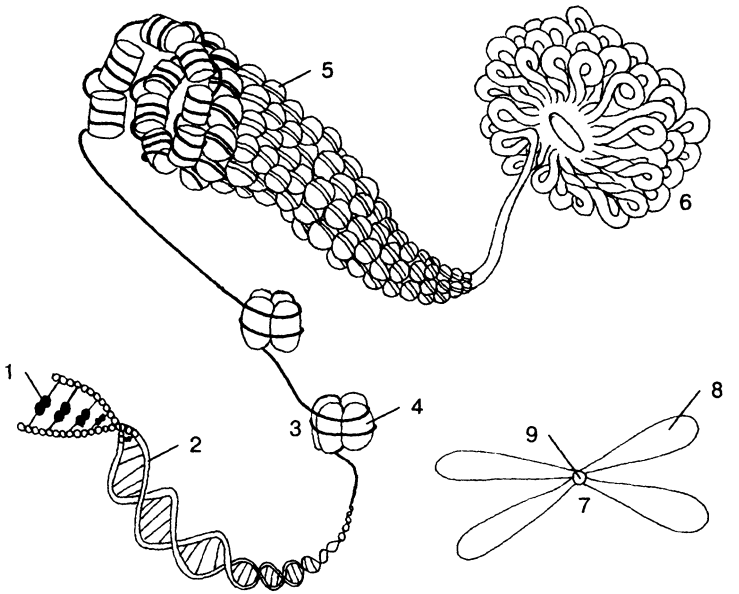
А — ветвистая склереида из листа кувшинки; Б — каменистые склереиды из мякоти груши; 1 — утолщенные стенки; 2 — полость, в которой находилось живое содержимое клетки до того, как она отмерла; 3 — каналы в утолщенной стенке, связывавшие клетки друг с другом

позвоночных животных составляют кости, у беспозвоночных — плотные клеточные мембраны, панцири, раковины. У растений тоже есть такая опора — это механическая ткань. И вот в строении этих тканей заключается существенная разница между этими живыми организмами. Ксилему, которая переносит минеральные вещества и воду, образуют сосуды или трахеиды — полые мертвые клетки, которые у цветковых растений соединяются вместе в единые трубки. Механическая ткань высших растений — склеренхима — тоже сложена мертвыми клетками с утолщенными стенками. В этих клетках и заключается главное отличие царства животных от царства растений:

у последних они мертвые, а у животных — живые. Если в организме человека отмирают какие-то клетки, они сразу же уничтожаются иммунными клетками и заменяются другими клетками. Если отмирает сразу множество клеток, начинается воспалительный процесс, гангрена. А растения живут себе и живут. Большая часть ствола дерева — внутренние слои древесины — в основном состоит из мертвых клеток, а деревья живут сотни лет!

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПЕРЕНОС

Каждое живое существо на нашей планете имеет наследственную информацию, записанную в молекулах ДНК и РНК, будь то неклеточный вирус, бактерия или человек. Она состоит из набора генов, кодирующих различные признаки организмов, и передается по наследству. У вирусов это просто молекула ДНК или РНК, у бактерий — кольцевая бактериальная хромосома, основой которой является ДНК, у эукариот — ядерных организмов — это целый набор хромосом. При этом у каждого вида есть свой особый набор хромосом и, следовательно, генов, которыми он может обмениваться с особями своего вида в процессе размножения. Попадание генов разных видов друг к другу, казалось бы, исключено. Хотя все же в природе существуют гибриды между близкородственными видами, например гибрид



Строение ДНК и упаковка ее в хромосоме (схема с переменным масштабом):

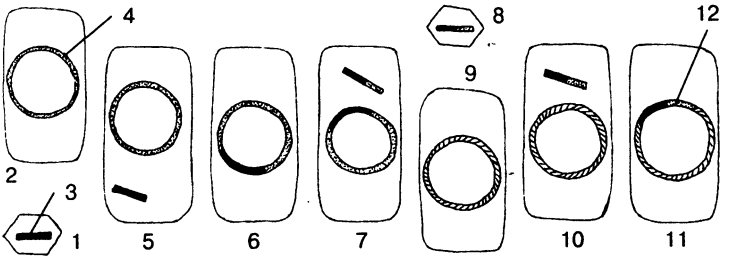
1 — азотистые основания, соединяющие две ветви спирали (наибольшее увеличение); 2 — двойная спираль; 3 — клубочек из белков-гистонов, на которые накручивается нить ДНК; 4 — гистоны; 5 — спираль третичного уровня; 6 — петли ДНК, складывающиеся в хромосому; 7 — хромосома (наименьшее увеличение); 8 — плечо хромосомы; 9 — центромера, соединяющая плечи хромосомы

лошади и осла — мул, белуги и стерляди — бестер. Но, как правило, подобные гибриды нежизнеспособны или бесплодны.

Тем не менее гены вирусов, растений, бактерий мо́гут проявиться в геноме (наследственной информации) животных и человека, и наоборот. Как же возможен такой фантастический процесс? Объяснения этому могли появиться

только начиная с 1952 года, когда американские исследователи Дж. Ледеберг и Н. Циндер открыли очень интересный процесс.

Вирус, попадая в клетку бактерии или ядерного организма, встраивает свою ДНК в ДНК «хозяина» и «заставляет» клетку делать с вирусной ДНК все новые и новые копии. Выходя из клетки, вирусные ДНК могут «прихватить» с собой некоторые гены ДНК хозяина. Эти фрагменты ДНК попадают в новые организмы, в том числе неродственные изначальному. Такой процесс получил название «горизонтального переноса», в отличие от «вертикального переноса» наследственной информации, который осуществляется от предка к потомку. Так, с помощью вирусов, фрагменты ДНК одних организмов могут попасть



«Горизонтальный перенос» у бактерий:

1 — вирус; 2 — бактерия вида А; 3 — ДНК вируса; 4 — ДНК бактерии; 5 — вирус проникает в клетку; 6 — ДНК вируса встраивается в ДНК бактерии; 7 — клетка производит новые вирусные частицы, которые «захватывают» с собой фрагменты бактериальной ДНК; 8 — новая вирусная частица; 9 — бактерия вида Б; 10 — вирус проникает в клетку; 11 — ДНК вируса встраивается в ДНК бактерии, принося гены бактерии вида А; 12 — перенесённый фрагмент ДНК

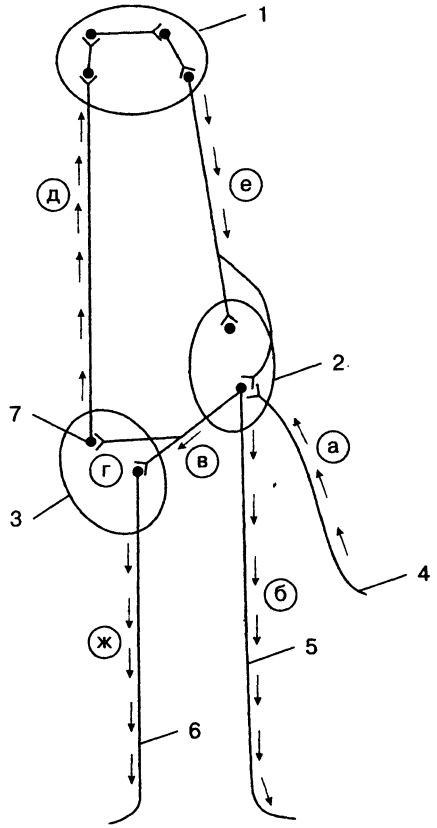
в другие, порой относящиеся к другому семейству, классу, типу, а то и царству.

Наиболее хорошо этот процесс изучен на примере бактерий. Иногда значительная часть ДНК бактерий несет встроенные чужие (как правило, вирусные) участки. Например, в ДНК бактерии Pseudomonas aeruginosa доля «чужой» наследственной информации составляет 14,8%. Не случайно считается, что горизонтальный перенос играет далеко не второстепенную роль в видообразовании у бактерий.

А насколько распространен горизонтальный перенос у животных? Этот вопрос пока не исследован. Хотя известно, что, например, у человека целые участки хромосом являются «молчащими», то есть с них не происходит никакого синтеза РНК, а значит, и белков. Возможно, среди этих «молчащих» участков и находятся вирусные и другие чужие ДНК. Также не исключено, что часть генов, которые функционируют в нас, вовсе не наши, а «чужие».

ДЫШИТЕ ГЛУБЖЕ

В течение дня мы едим, спим, ходим, едем в транспорте, читаем, пишем и т. д. При этом ни на секунду не задумываясь о том, что мы ещё и дышим. Процесс этот регулируется самыми разными способами. В стволе головного мозга находятся нервные центры, которые посылают импульсы к мышцам грудной клет-



Нервная регуляция дыхания (схема):

1 — пневмотаксический центр; 2 — центр выдоха; 3 — центр вдоха; 4 — нервы, идущие от рецепторов растяжения в лёгких; 5, 6 — нервы, идущие к межрёберным мышцами и диафрагме; 7 — синапсы (места соединения разных нервных клеток). При вдохе рецепторы в лёгких, реагируя на растяжение, посылают сигнал в центр выдоха, который дает команду мышцам «на выдох» (б). Одновременно отправляется тормозящий сигнал (в) центру вдоха и активирующий сигнал в пневмотаксический центр (г, д), откуда импульс возвращается (е) в центр выдоха и тормозит его деятельность. Из-за этого в центр вдоха перестает посылаться тормозящий сигнал и он даёт мышцам команду «на вдох» (ж).

ки, заставляя их или сокращаться, или расслабляться. В зависимости от сокращения или расслабления мышц происходит вдох или выдох. Процесс этот обладает определенным ритмом. Но это не единственный регуляторный механизм дыхания.

Если кто-нибудь из вас нырял под воду, то наверняка помнит, что при этом приходится задерживать дыхание. Ритмичный процесс, регулируемый стволовыми нервными центрами, нарушается. В принципе, задержать дыхание или, наоборот, сделать очень глубокий вдох можно не обязательно под водой, а просто тогда, когда захочется. При желании мы можем дышать часто, редко, глубоко, поверхностно, — получается, что, кроме непроизвольной, есть и произвольная регуляция дыхания.

Есть и другие механизмы регуляции легочного дыхания — химические. В основе их лежит величина концентрации веществ в крови. Особенно активным веществом в этой регуляции является один хорошо знакомый всем газ — углекислый (CO_2). При увеличении его концентрации в крови центры дыхания посылают сигнал мышцам, участвующим в дыхании, что необходимо сделать вдох. Недаром, когда мы задерживаем дыхание, через небольшое время нам нестерпимо хочется сделать вдох. Поэтому углекислый газ ещё называют физиологическим стимулятором дыхания.

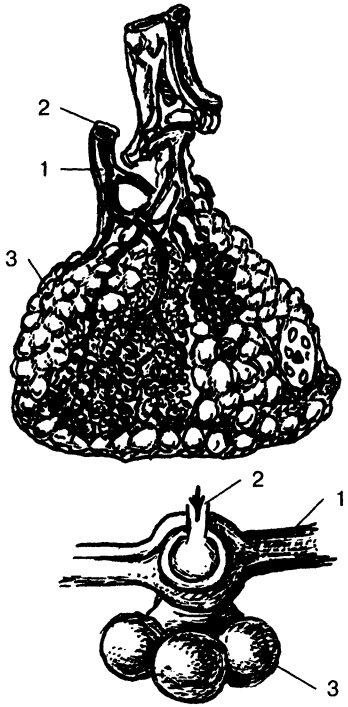
ЧЕМ ОТЛИЧАЕТСЯ ЖАБРА ОТ ЛЕГКОГО

Большинство органов дыхания животных устроены по одному принципу: это орган, пронизанный густой сетью сосудов, поверхность которого всегда должны быть влажной. Высыхание приведет к остановке диффузии газов, и животное погибнет от удушья.

Типичный орган дыхания — это жабры. Они есть и у моллюсков, и у червей, и у ракообразных, и у рыб, и даже у личинок амфибий. Жабры — незаменимый орган дыхания в воде. Но стоит обладателю жабр попасть на сушу, его ждет неминуемая смерть от высыхания жабр. Одно из хорошо известных вам исключений — мокрица. У этого ракообразного жабры располагаются на брюшной стороне и прикрыты жаберными крышками, под которыми сохраняется высокая влажность. Но все же и мокрица живет только в сырых местах, не решаясь контактировать с сухим воздухом.

Поверхность легких, через которую идёт газообмен, также должна быть постоянно влажной. Но в данном случае эта задача облегчается тем, что поверхность легких «ввернута» внутрь тела.

Для увеличения этой поверхности лёгкие внутри разделены на множество маленьких пузырьков — альвеол. Их внутренняя поверхность тоже влажная, пронизанная густой



Альвеолы лёгких:
1 — кровеносные сосуды; 2 — бронхиолы; 3 — альвеолярные пузырьки

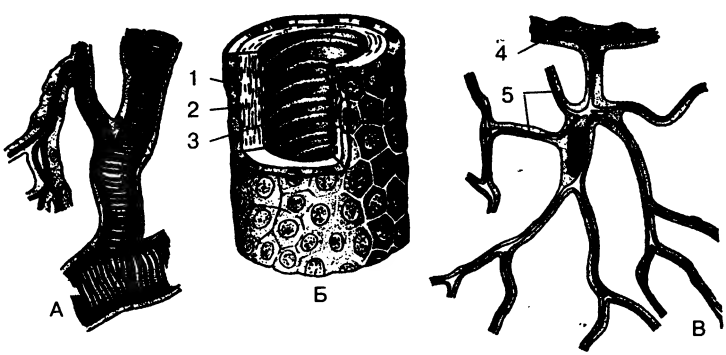
сетью сосудов. И таких пузырьков в наших легких тысячи. При этом легкие также боятся высыхания, как жабры, но у сухопутных животных, в том числе человека, существует эффективная система экономии влаги.

Воздух, несущий кислород, попадает сначала в нос, где происходит его очищение от всевозможных бактерий и вирусов. Далее, проходя по лабиринтам носоглотки, он увлажняется и нагревается, поэтому даже зимой поступает в легкие теплым. Из гортани по трахее, а затем бронхам и бронхиолам он поступает в альвеолы. И когда при выдохе воздух, обогащенный углекислым газом, проходит весь этот путь в обратном направлении, те же структуры задерживают влагу, уменьшая её потери. Поэтому наши легкие в условиях наземной среды не высыхают. И не только у нас, но и у всех четвероногих позвоночных.

ТРАХЕЯ И ТРАХЕИ

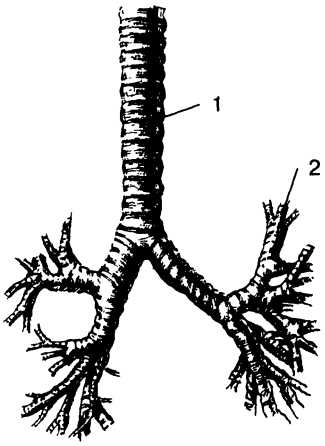
Особую систему дыхания приобрели насекомые. У них нет ни жабр (своеобразные жабры есть только у некоторых личинок водных насекомых), ни легких. И тем не менее они прекрасно чувствуют себя на суше, активно передвигаются и даже летают. А ведь полет требует большого расхода энергии и, следовательно, большого количества кислорода. Решение оказалось простым и оригинальным.

В качестве органа дыхания послужили покровы насекомых. Но не сами они, а их производные. На поверхности тела этих членистоногих есть отверстия, называемые дыхальцами. Через них воздух поступает в тело животного. Далее он следует по часто ветвящимся



Трахеи насекомых:

А — участок трахеи; Б — участок трахеи при сильном увеличении; В — концевая клетка трахеи; 1 — эпителий; 2 — хитиновая кутикула; 3 — кольцевые или спиральные утолщения; 4 — трахея; 5 — трахеолы (тончайшие ответвления, подводящие кислород к каждой клетке)

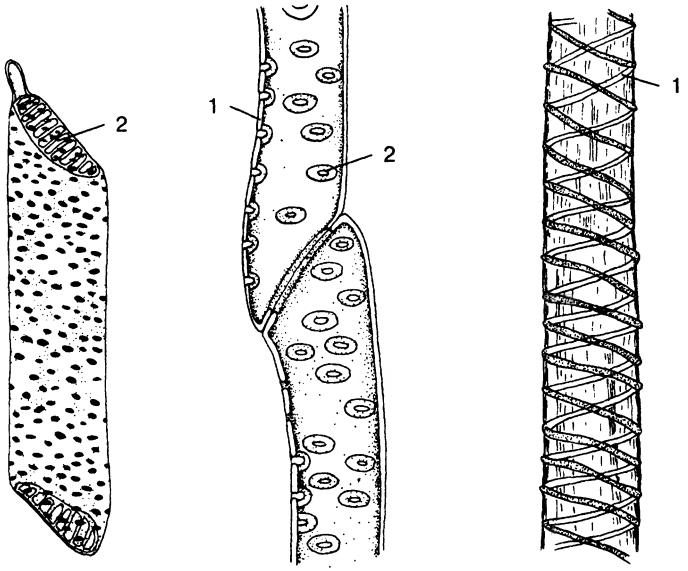


Трахея человека:
1 — хрящевые полукольца, поддерживающие трахею;
2 — бронхи

трубочкам, в основе которых, как и в основе панциря, находится полисахарид — хитин. Хитиновые трубочки настолько сильно ветвятся, что кислород из воздуха поступает буквально в каждую клетку тела. Чтобы противоположные стенки трубочек не спадались, на всем их протяжении есть хитиновые кольца-утолщения, также они добавляют прочности.

Трахея есть у человека. Это крупная трубка, гораздо больше трахей насекомых. Она соединяет гортань и легкие и необходима для транспорта воздуха. Как и трахеи насекомых, она укреплена утолщениями в виде полуколец, не дающими ей спадаться. Но они не хитиновые, а хрящевые. Трахея ветвится на бронхи, а те, в свою очередь, на бронхиолы. Всё это тоже трубки, но меньшего диаметра. Они выполняют транспортную функцию так же, как трахеи насекомых.

Трахеи есть и в мире растений, у покрытосеменных и продвинутых голосеменных. Это трубки, образованные мертвыми клетками, которые отвечают за транспорт воды и минеральных веществ. Возможно, трахеями их назвали

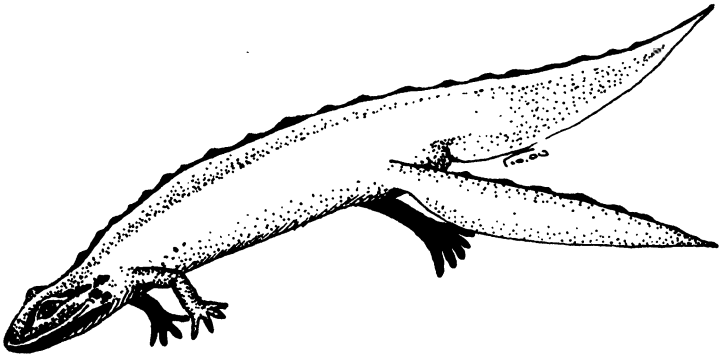


Трахеи растений:
1 — утолщения клеточных стенок; 2 — поры

ещё и потому, что они несут различные утолщения на своих стенках — прямо как трахеи насекомых, позвоночных животных и человека.

ЧЕЛОВЕК И РЕГЕНЕРАЦИЯ

Человеческий организм очень сложен и состоит из великого множества различных клеток. Любые нарушения и повреждения в строении органов могут привести к очень тяжелым и необратимым последствиям. Например, потеря конечности — руки или ноги — утрата невосполнимая, у человека не может



Ошибки регенерации:
на месте оторванной ноги у тритона вырос хвост

вырасти новая. В то же самое время у других позвоночных животных, например ящериц, заново вырастает часть хвоста, а у тритонов — даже оторванные ноги. Процесс восстановления потерянных тканей или органов называется регенерацией. С ней вы уже познакомились на примере беспозвоночных животных.

Несмотря на то, что у людей новые конечности не вырастают, регенерация свойственна и человеку и другим млекопитающим. Заживление ран, восполнение кровопотерь — это тоже регенерация. Давайте рассмотрим подробнее типы регенерации у человека.

СЛОВНО ТРИТОНЫ

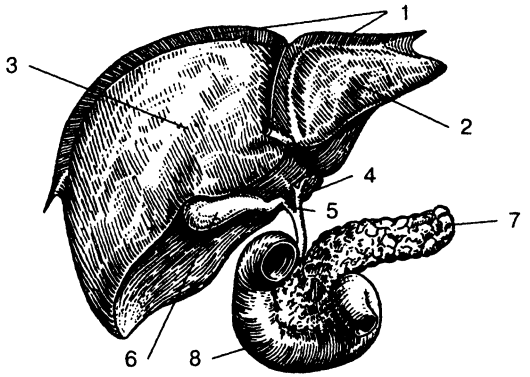
Ткани нашего организма состоят из высокоспециализированных клеток, которые имеют особое строение для выполнения опреде-

ленных функций. В норме они не делятся и не могут потерять специализацию, хотя изначально наш организм строился совсем из других клеток, не дифференцированных. Из них и формируются специализированные клетки, а обратный процесс является патологией — возникает раковая опухоль.

Несмотря на то, что большая часть клеток организма выполняют свою функцию, остаются в организме человека и «первородные» неспециализированные клетки, способные к делению, — стволовые клетки. Это они замещают в случае повреждения ткани погибшие клетки. При этом запускается механизм специализации клетки. Без этих клеток не смогла бы постоянно обновляться кожа, поверхностный слой которой мертвеет и слущивается. В процессе роста организма число стволовых клеток уменьшается.

Есть в теле человека некоторые ткани и органы, которые могут активно восстанавливать свои клетки, то есть осуществлять регенерацию. В первую очередь это кровь. Ведь клетки крови постоянно обновляются: старые уничтожаются, а новые появляются из стволовых клеток костного мозга. Этот процесс идет очень активно и быстро.

В другом случае восстанавливается очень важный орган нашего организма, обезвреживающий различные ядовитые вещества, болезнетворные микроорганизмы, вырабатывающий желчь. Вы, наверное, догадались: это



Печень:

1 — связка, поддерживающая печень; 2 — левая доля печени; 3 — правая доля печени; 4 — печёночный проток; 5 — пузырный проток; 6 — желчный пузырь; 7 — поджелудочная железа; 8 — двенадцатиперстная кишка

печень. Способность самовосстанавливаться у печени просто фантастическая. При удалении $^3/_4$ печени оставшаяся четверть восстанавливает недостающую часть. А у одной лабораторной крысы треть печени удаляли 12 раз, и печень каждый раз восстанавливалась. Этим удивительным свойством пользуются врачи, удаляя пораженные различными болезнями доли печени без опасений за последствия.

ОРГАНЫ С ЗАПЛАТКАМИ

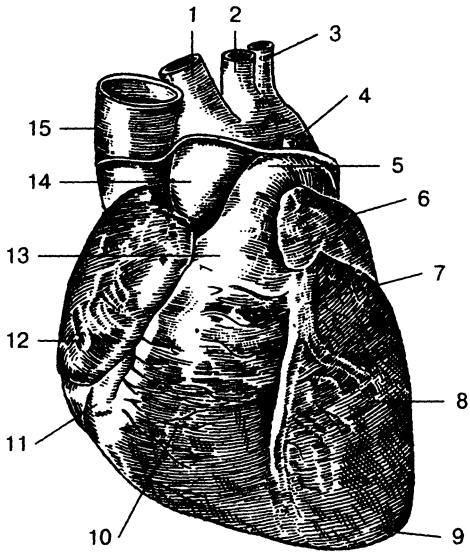
К сожалению, большинство органов не наделены такой способностью к активной регенерации. У некоторых она очень «скромная» и ограниченная, у других регенерация такого

типа вообще невозможна. Это, например, два важнейших органа — сердце и головной мозг (впрочем, вся нервная система не способна регенерировать).

На определенном этапе развития организма число клеток сердца и мозга достигает необходимого количества. Они активно функционируют, а стволовые клетки в этих органах просто исчезают. Значит, число клеток в сердце и головном мозге постоянно? Увы, это не так. И нейроны, и кардиоциты погибают. Особенно крупные потери сердце или мозг несут в результате нарушения кровообращения в их тканях. Если такое случается в головном мозге, то у человека происходит инсульт, а если в сердце — инфаркт.

Часть клеток погибает, при этом число погибших клеток зависит от степени нарушения кровообращения. Это очень негативно сказывается на работе этих органов, может даже приводить к смертельному исходу. Погибшие клетки убирает иммунная система. Но что же остается на их месте, если стволовых клеток нет? Пробелы в нервной или сердечной ткани замещаются соединительной тканью, клетки которой мигрируют на место трагедии.

Конечно, хорошо, что ни в мозгу, ни в сердце не остается «дырки», но соединительная ткань не может заменить кардиоциты или нейроны. Она не способна генерировать и проводить нервный импульс, не способна сильно растягиваться или сжиматься. По сути дела,



Сердце:

1 — плечемозговой ствол аорты; 2 — левая общая сонная артерия; 3 — левая подключичная артерия; 4 — артериальная связка (бывший боталов проток); 5 — лёгочный ствол; 6 — левое ушко; 7 — кровеносные сосуды сердца; 8 — левый желудочек; 9 — верхушка сердца; 10 — правый желудочек; 11 — венечная борозда; 12 — правое предсердие; 13 — артериальный конус; 14 — аорта; 15 — верхняя полая вена

в поврежденном органе образуется заплатка, а точнее — рубец, который не выполняет функцию основной ткани. Значит, часть сердца или мозга просто выходит из строя. При этом та часть организма, которую контролировал погибший участок мозга, перестает подчиняться человеку. Так происходит паралич конечностей, отдельных мышц, слуха, речевых центров и т. д. Нелегко работать и «заплатанному» сердцу.

Такой тип замещения одной ткани другой тоже называется регенерацией. И она может происходить в различных органах тела, даже в печени с её уникальной способностью к самовосстановлению. Это происходит в том случае, когда в печени происходит какой-то воспалительный процесс, вызванный инфекцией или поступлением в организм большого количества токсических веществ. Клетки печени — гепатоциты — гибнут, а на их месте появляется все та же соединительная ткань, которая не выполняет функции гепатоцитов. То есть, несмотря на целостность органа, часть его перестает функционировать. Такое заболевание называется циррозом печени и может привести к смерти.

РЕЦЕПТ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ЗУБА

Как же быть, если уникальной способностью восстанавливать свои клетки обладают лишь некоторые органы и ткани, да и то при определенных условиях? У земноводных регенерация происходит за счет того, что процесс клеточной специализации поворачивается вспять и дифференцированные, выполняющие определенную функцию клетки становятся стволовыми.

Подобный механизм возможен и в организме человека, и иногда он происходит. Но клетки такого происхождения сразу же уничтожаются иммунной системой, а если не уничтожаются, то из них образуется раковая опухоль.

Значит, выхода нет? На помощь приходит современная медицина. Например, из пуповины новорожденных детей, которая при рождении отрезается, собирают драгоценные капли крови. Они богаты стволовыми клетками. Из них делают препараты, которые в случае необходимости можно ввести для активизации процессов регенерации. Сейчас даже создаются банки стволовых клеток детей, полученных из пуповинной крови во время рождения. Если кому-то из детей, чья кровь хранится в этом банке, понадобятся стволовые клетки для излечения от тяжелой травмы или болезни, их можно ввести ему и таким образом спасти жизнь. В настоящее время ученые-медики уже научились регенерировать женские половые органы: яичник, матку и их части.

Исследователи считают, что в скором будущем возможно будет таким методом лечить несрастающиеся переломы. Например, если между двумя частями кости руки отсутствует большой фрагмент, который был разрушен, в ход могут быть пущены стволовые клетки. Они достроят недостающий участок кости и спасут руку от ампутации. Некоторые специалисты уже научились, используя искусственный каркас и посаженные на него стволовые клетки, создавать биопротез кости.

На искусственных матрицах ученые-медики уже способны выращивать роговицу глаза, сухожилия, участки кожи, необходимые для лечения ожогов.

Есть надежда на то, что стволовые клетки можно будет использовать и в стоматологии. Американские исследователи под руководством Доминика де Паола вырастили из стволовых клеток поросенка зуб. Причем вырастили они его в челюсти крысы. Первоначально зуб никак «не хотел» расти. Пересаженные в челюсть стволовые клетки не давали эффекта. Тогда из биополимера был создан каркас зуба, по которому и начался рост. В результате в челюсти крысы вырос зуб поросенка. А что если подобное «биопротезирование» через несколько лет станет постоянно практикующимся приемом в стоматологии? Больше не нужно будет делать протезы зубов и иметь во рту мертвые зубы.

Есть и другой прием. Стволовые клетки не пересаживаются больному, а из них в лаборатории создается культура клеток, необходимая в каждом определенном случае. Так, больным, перенесшим инсульт головного мозга, в место поражения нервной ткани была введена культура нейронов, созданных из стволовых клеток раковой опухоли. В результате у исследуемых больных наблюдалось восстановление утерянных функций, и ухудшения ни у кого из них не последовало.

В настоящий момент из стволовых клеток ученые умеют не только выращивать отдельные клетки и ткани, но даже целые органы (не говоря уже об овечках).

Но можно попробовать исцеление больного и совсем другим путем. Ученые обнаружили,

что некоторые вещества находятся в строго определенных органах. Это было выяснено при помощи меченых радиоактивных изотопов. Таким образом, помощь тому или иному органу можно направлять адресно.

Происходит это следующим образом. Биомолекулы (они называются органопрепаратами), способствующие регенерации, вводятся в организм больного человека. Они направляются именно в тот орган, где обычно находятся и которому в данный момент нужна помощь. Затем в этом органе активизируется развитие стволовых клеток, а метаболизм специализированных клеток нормализуется.

Перспективы использования препаратов стволовых клеток, выращенных «в пробирке» органов и органопрепаратов заманчивы. Но всё же пока все методы регенерации находятся на стадии эксперимента. Стволовые клетки могут спасти человеку жизнь, но могут и привести к образованию раковых опухолей. Как добиться гарантии того, что стволовые клетки не выйдут из-под контроля, — основная научная проблема современных исследований.

ПОЧТИ СКАЗОЧНЫЙ ТЕРЕМОК

Вот прошел по улице человек — всего лишь один представитель вида Homo sapiens. А на самом деле по улице проследовал настоящий «многоквартирный дом» с миллионами

жильцов. Кто же живёт в этом волшебном теремке? Неужто человек заражен таким числом паразитических червей или других паразитов? Нет, «ходячим общежитием» является любой здоровый человек. Правда, становится он таковым не с самого рождения.

Человек заселен множеством микроорганизмов, в основном одноклеточных. Их по меньшей мере в десять раз больше, чем собственно клеток тела. Микроорганизмы обитают на поверхности кожи, в ротовой полости, в глазах, мочеполовых и дыхательных путях, в пищеварительном тракте.

В кишечнике человека живут всевозможные бактерии, грибы (например, дрожжевые), простейшие (например, амебы). Причем многие из них (не менее 90%) могут жить исключительно в бескислородных условиях. Больше всего симбиотических простейших находится в толстом кишечнике — около 500 видов, совсем немного — в тонком. Эти организмы не просто распрекрасно живут в кишечнике человека, питаясь той пищей, которая в него попадает, но и приносят несомненную пользу. Причем делают не одно полезное дело, а несколько. Прежде всего, симбиотические микроорганизмы помогают человеку переваривать пищу. Они защищают человека от вредоносных гостей — болезнетворных бактерий и вирусов, которые вызывают тяжелые заболевания. Если бы не симбиотические организмы, которых ещё называют симбиотической,

или кишечной, флорой, мы болели бы всякими кишечными инфекциями гораздо больше. Помимо этого, бактерии дезактивируют различные токсические вещества, вырабатываемые патогенными собратьями и поступающие в организм с пищей. Например, амины (в том числе вызывающий аллергию гистамин), нитраты, фенолы, пестициды, лекарственные средства, соли тяжелых металлов и различные органические токсины.

Кроме того, микроорганизмы выделяют биологически активные вещества, полезные для организма человека, например витамины группы В и К. Эти малюсенькие квартиранты улучшают иммунитет человека. И кишечнику, видимо, живется с этой флорой неплохо, так как она ещё нормализует сокращательные движения кишечника, или перистальтику. Очень важную роль играют друзья-симбионты и в обмене желчных кислот.

Так кто же все-таки живет в нашем кишечнике? Все микроорганизмы нашего кишечника можно разделить на несколько групп. В первую входят главные наши друзья и помощники — бифидобактерии (например, бифидобактериум, некоторые виды клостридиума и эубактериума), лактобациллы (например, лактобациллюс) и пропионовокислые бактерии (например, пропионибактериум). Есть среди преобладающих симбионтов и очень сомнительные «друзья». Это бактероиды (например, фузобактериум). В благоприят-

ных условиях они — «друзья», но чуть что меняется, они первые вызывают воспалительные болезни, например аппендицит.

Есть ещё и вторая группа — сопутствующих, или условно-патогенных, микроорганизмов (это кишечные палочки, энтерококки). С этими тоже нужно быть начеку. Если их в кишечнике станет больше 5% — жди беды, они внедрятся в ткани кишечника и устроят в организме инфекционный воспалительный процесс.

Последняя группа также представлена условно-патогенными микроорганизмами, она называется транзиторной. Если вся остальная микрофлора формируется годами в течение жизни, то эти вселенцы попадают извне. Их около 0,01% от всех микроорганизмов. Это различные бактерии — некоторые виды клостридиума (например, синегнойная палочка), стафилококки, энтеробактер и т. д., а также грибы, например рода кандида. Они тоже могут наделать вреда, но обычно обезвреживаются дружественными симбионтами.

Если благоприятная среда обитания друзей-симбионтов нарушена, начинают расцветать всякие микробы-предатели — условно-патогенная флора. Такое заболевание называется дисбактериоз. При нарушении нормального состава кишечной флоры может возникать аллергия, различные заболевания желудочно-кишечного тракта, понижение иммунитета, интоксикация организма за счет развития гнилостных процессов и т. д.

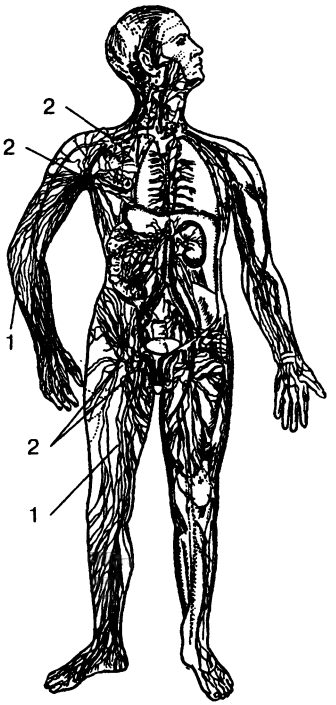
Кишечная флора — это не просто скопище микробов, это настоящая отлаженная за тысячи лет экосистема. Те же антибиотики действуют на нее не с той же силой, с какой они действуют на штамм микроорганизмов, выращенных в искусственных условиях. Причем экосистема толстого кишечника, как мы выяснили ранее, весьма разнообразна в плане видов микробов. По числу видов беспозвоночных животных Белое море превосходит микрофлору одного человека всего лишь в три раза.

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

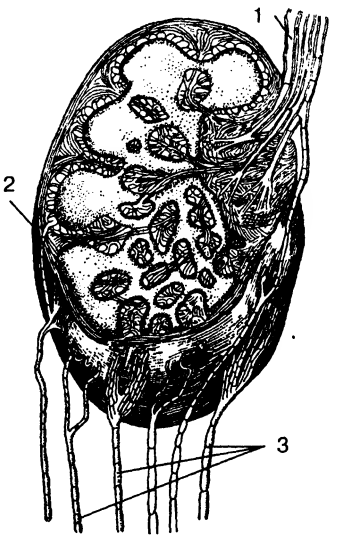
Эта система органов зачастую забывается и кажется второстепенной. Но ничего второсортного в организме нет. Большая часть этой системы — лимфатические сосуды, которые начинаются густой сетью капилляров и следуют по всему организму вслед за венами, а в итоге впадают в них. Они наполнены особой жидкостью — лимфой. Стенки сосудов, в отличие от вен и артерий, очень тонки, ведь давление здесь невелико. Лишь некоторые наиболее крупные из них имеют мышечные волокна в своих стенках и клапаны, как вены. В отличие от кровеносных сосудов, лимфатические с одного конца слепо замкнуты. Иногда сосуды образуют узлы, которые также называются лимфатическими. Если маленькие по массе вещества, например неорганические соедине-

ния, жиры, некоторые белки, свободно проходят через мембраны сосудов и не задерживаются в узлах, то крупные частицы, содержащиеся в лимфе, в узлах отфильтровываются.

Зачем нужна лимфатическая система? Одна из основных её функций кажется маловажной. Она контролирует количество жидкости в окружающих тканях и кровотоке и образуется из тканевой, или межклеточной, жидкости. На самом деле эта миссия очень важна, ведь от количества жидкости в крови напрямую зависит артериальное давление. Как и вены, лимфатические сосуды не имеют сильной мышечной стенки. Поэтому, чтобы ток лимфы был направлен в определенном направлении и она не возвращалась назад, обратный путь ей преграждают клапаны. Способствуют продвижению лимфы и скелетные мышцы. Сокращаясь, они проталкивают её вперед, ведь сама лимфа течет чрезвычайно медленно.



Лимфатическая система:
1 — лимфатические сосуды;
2 — лимфатические узлы



Лимфатический узел:
1 — выносящие сосуды; 2 — капсула лимфатического узла; 3 — приносящие сосуды

Через лимфу происходит транспорт некоторых питательных веществ, например жиров. Жиры и некоторые другие вещества просто не способны перейти из межклеточного пространства в капилляр, и в этом случае на помощь приходит лимфатическая система. Она «забирает» и транспортирует их.

Но и это не последняя из функций лимфатической системы. Лимфатические узлы — место рождения особых клеток, очень похожих на амеб, — это лимфоциты. Даже из их названия можно понять, откуда они происходят. Правда, образуются они не только в лимфатических узлах, но ещё в селезенке, миндалинах, аппендиксе, костном мозге, вилочковой железе. Лимфоциты выполняют функцию защиты организма от чужеродных клеток. Они выделяют особые вещества, антитела, которые обезвреживают чужака и убивают его. Побеждая противника, лимфоцит запоминает его признаки, и если в организм человека вновь попадает та же бактерия, то защитная реакция возникает сразу

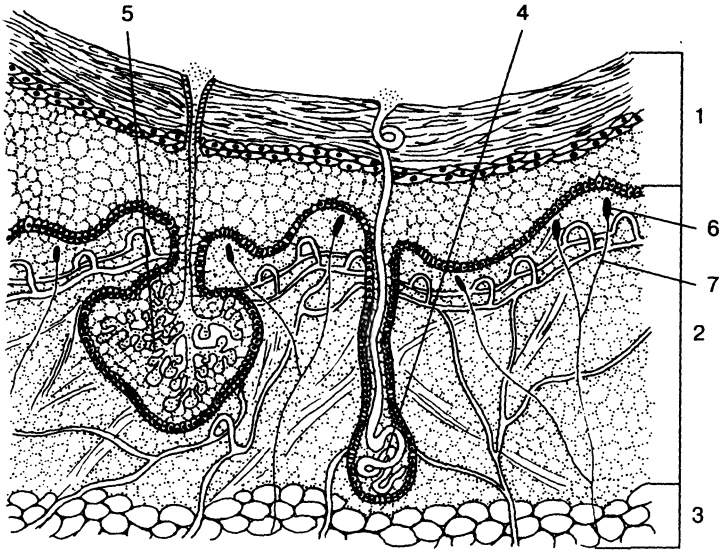
же, так как лимфоциты уже «знают», как бороться со знакомым недругом. Это явление называется иммунитетом, так что лимфоциты и лимфатические узлы являются частью иммунной системы.

ПОД СТРОГИМ САМОКОНТРОЛЕМ

Чтобы получать информацию из окружающей среды, недостаточно таких хорошо известных вам органов чувств, как глаза, нос, уши. Мозг должен получать информацию со всей поверхности тела человека. Поэтому вся наша кожа пронизана рецепторами, которые участвуют во взаимодействии организма и окружающей среды. Она, словно поверхность тела фантастического робота, напичкана датчиками. И это только кожа. Но рецепторы располагаются и внутри наших тел, в мышцах, сосудах, внутренних органах. Обо всех этих, казалось бы, малюсеньких и, значит, незначительных органах чувств и пойдет речь в нашем рассказе.

Дотроньтесь до руки пальцем. Вы почувствовали прикосновение. Это действие органов чувств в обыденной жизни мы не замечаем.

Прежде всего, вы коснулись еле заметного волоска на коже. В толще кожи его стержень, словно лиана, оплетает рецептор волосяного фолликула. Изменение положения волоска регистрируется этим рецептором, и эта



Кожа млекопитающих:

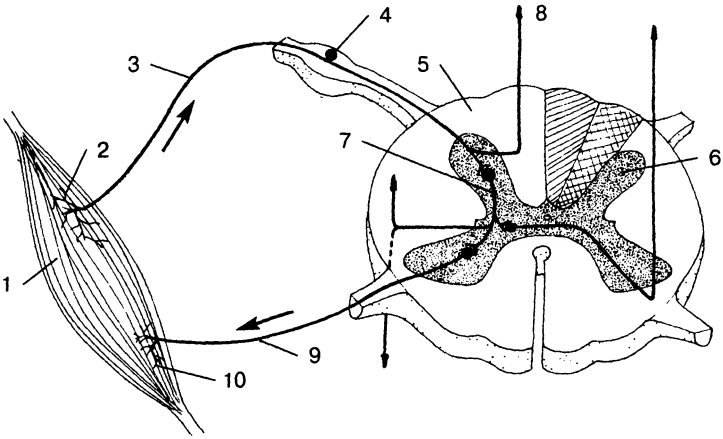
1 — эпидермис; 2 — дерма; 3 — жировая клетчатка; 4 — потовая железа; 5 — сальная железа; 6 — рецепторы; 7 — нервы

информация поступает в центральную нервную систему. Но даже если на поверхности кожи нет волоска или он удален, прикосновение к коже все равно чувствуется, потому что под эпидермисом располагается ещё не менее пяти типов кожных рецепторов. Одни из них похожи на пластинки, другие — на мельчайшие веретенца, третьи имеют овальную форму. Даже малейшее давление на кожу ими регистрируется. Такой тип рецепторов, которые улавливают механическое воздействие, называются механорецепторами. Среди них есть рецепторы скорости и ускорения, вибрации, силы.

Здесь же, в коже, есть ещё одна группа рецепторов — терморецепторы. Они ответственны за восприятие внешних температур. Если вы схватитесь за горячее, вы тут же отдернете руку, а взяв в руки сосульку, почувствуете холод. Поступающая от терморецепторов информация ограждает нас от неверных, способных причинить вред действий. Благодаря им мы не поджариваем руки и вовремя одеваемся, чтобы не замерзнуть.

Но и это ещё не все рецепторы, которые есть в человеческом теле. Кожа — это лишь одно место локализации наших нервных датчиков. Гораздо большее пространство, которое нужно проконтролировать, находится внутри человеческого тела.

Представьте, человек с закрытыми глазами берет гантель и хочет согнуть руку в локте. По сути дела, он дает произвольную команду мозгу сделать это движение. То есть из одного отдела мозга, в котором рождаются мысли, человек посылает команду в другой, двигательный отдел. Команда от мозга идет к мышцам, рука сгибается. Но как человек узнает, до какого уровня рука согнулась, ведь глаза-то закрыты? Здесь главную роль сыграют рецепторы, которые находятся в мышцах руки. Они называются проприорецепторами. Располагаясь в мышцах, суставах, сухожилиях, проприорецепторы регистрируют мышечную нагрузку, движения и положение тела человека.



Работа проприорецепторов:

1 — мышца; 2 — проприорецепторы в мышечной ткани; 3 — чувствительный нейрон (нервная клетка); 4 — тело нервной клетки; 5 — белое вещество спинного мозга; 6 — серое вещество спинного мозга; 7 — промежуточный нейрон; 8 — импульсы, посылаемые в головной мозг; 9 — двигательный нейрон; 10 — нервные окончания, передающие сигнал мышечным волокнам.

Теперь вы, вероятно, понимаете, что тело человека напичкано датчиками куда плотнее, чем тело робота из фантастического фильма.

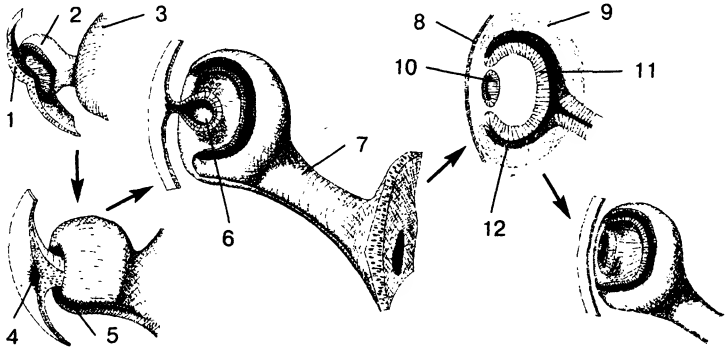
ЧТО ТАКОЕ ГЛАЗ?

В природе существует множество различных глаз, которые позволяют различать только свет и темноту или способны разглядеть каждый предмет и многие оттенки цветов.

Образование глаза связано с формированием нервной системы. Сначала у зародыша об-

разуется нервная трубка. В переднем своем конце она увеличивается в размерах и загибается вниз. Головное расширение нервной трубки, изогнувшись, формирует три утолщения, которые учеными-эмбриологами называются тремя мозговыми пузырями: передним, средним и задним. Позже первый и последний пузыри делятся надвое, и всего пузырей становится пять. Эту стадию развития иногда называют стадией пяти мозговых пузырей. Из первого пузыря формируются конечный и промежуточный пузыри, из второго образуется средний, а из последнего — задний и продолговатый. Из пузырей потом формируются одноименные отделы мозга.

Формирование органов зрения начинается уже на стадии трех мозговых пузырей.



Формирование глаза у зародыша:

1 — эктодерма; 2 — глазной пузырь; 3 — передний мозг; 4 — хрусталиковая ямка; 5 — зрительная щель; 6 — хрусталиковый пузырек; 7 — глазной стебелек; 8 — роговица; 9 — формирующиеся сосудистая оболочка и склера; 10 — хрусталик; 11 — сетчатка; 12 — пигментный слой

От переднего пузыря по бокам отшнуровываются два выроста — глазных пузыря. Они не отделяются полностью, а остаются соединенными с головным мозгом стебельками. Но на этом формирование глаз не заканчивается. Глазные пузыри начинают впячиваться, и теперь это уже не пузыри, а двухслойные глазные бокалы, на дне которых будет располагаться сетчатка. Снаружи их закрывает эктодерма. Из выроста эктодермы формируется хрусталик, а также покровы глаза — роговица.

Итак, глаза оказались не чем иным, как частью головного мозга, его выростами. Теперь, я думаю, поводов относиться к ним с уважением стало гораздо больше.

ЭНЦЕФАЛИЗАЦИЯ

Каких животных считают наиболее развитыми в животном царстве? Этот вопрос время от времени возникает и у школьников, и у учителей, и у учёных. Как выбрать критерий оценки наибольшей развитости? Некоторые ученые вполне небезосновательно в качестве такого критерия предлагают степень развития нервной системы.

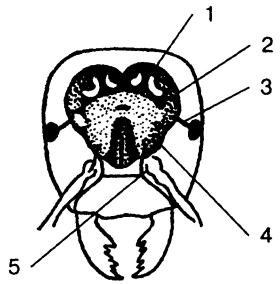
И тогда в число самых-самых высокоразвитых животных попадают: среди морских беспозвоночных — головоногие моллюски, среди наземных — насекомые, среди позвоночных — млекопитающие, с человеком во

главе. Причем важно не просто развитие нервной системы, а её наиболее важной части — головного мозга. Вспомним строение нервной системы перечисленных животных.

Нервная система головоногих моллюсков (за исключением наутилуса) состоит из нервных ганглиев и нервных тяжей, направленных к внутренним органам. При этом ганглии объединены в окологлоточное скопление, называемое мозгом. В связи с образованием мозга у головоногих хорошо развиты органы чувств, они обладают прекрасной координацией движений и высокоразвитыми (для беспозвоночных) инстинктами.

Брюшная нервная цепочка ракообразного (криля)

Не уступают головоногим в степени развития нервной системы и насекомые. У них она представляет собой брюшную нервную цепочку. То есть по брюшной стороне тела (в каждом сегменте) проходят сдвоенные брюшные ганглии, соединенные между собой, а также с предыдущей и последующей парой себе подобных. А в голове располагается большой надглоточный ганглий с выростами — грибовидными телами, это головной мозг. Он усилен подглоточным ганглием. От ганглиев отходят нервные тяжи.

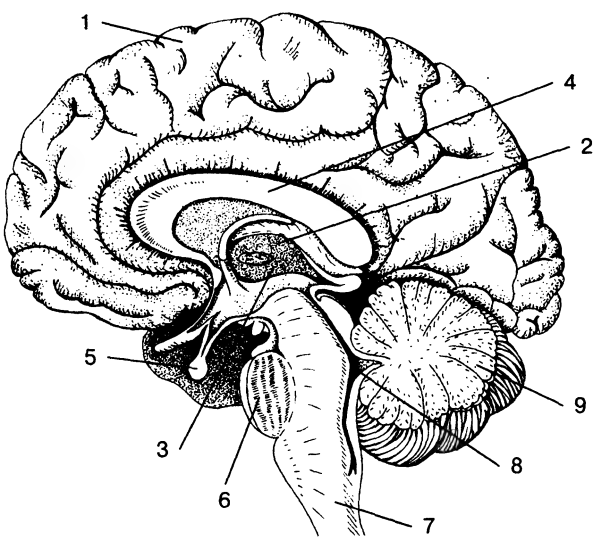


Головной мозг рабочего муравья:
1 — грибовидные тела; 2 — зрительные доли; 3 — зрительный нерв; 4 — обонятельные доли; 5 — сяжковый нерв (к усикам)

Нервная система млекопитающих состоит из головного и спинного мозга и отходящих от них нервов. Но в основе её уже не нервная цепочка, а нервная трубка. У млекопитающих, как и у прочих позвоночных животных, также имеется хорошо развитый головной мозг, разделенный на отделы. Наиболее развиты полушария конечного мозга. Ни одно позвоночное, за исключением, наверное, птиц, не может похвастаться столь развитым передним отделом головного мозга. Ко всему прочему и в отличие от птиц, поверхность разделенного на полушария большого мозга имеет множество извилин и борозд. За счет этого увеличивается площадь и объем мозга. Наиболее развитый мозг среди млекопитающих имеют приматы, а из них самый «мозговитый» — человек.

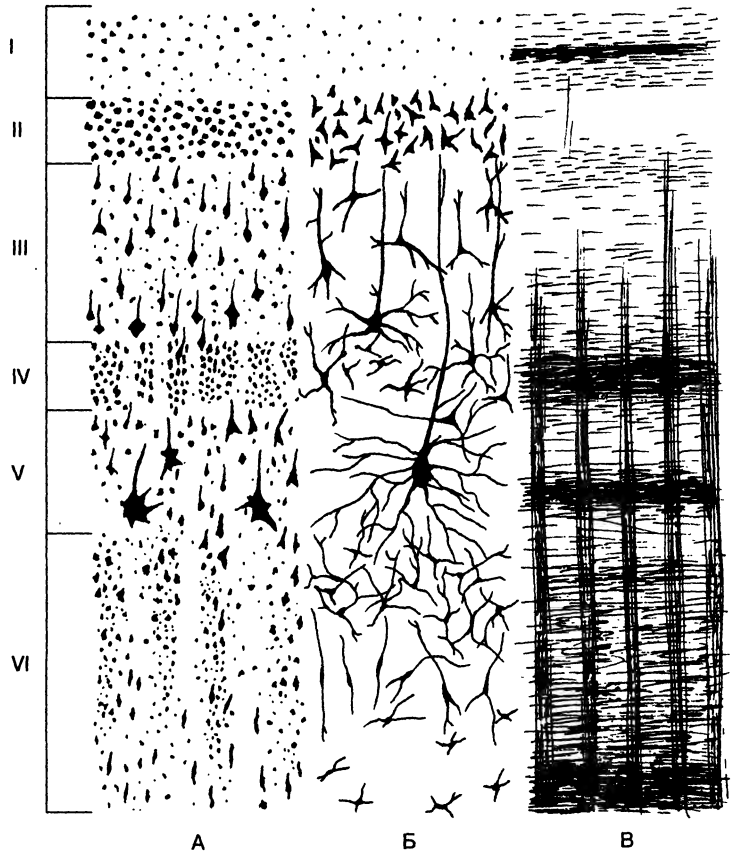
Увеличение и развитие головного мозга в эволюции млекопитающих происходило постепенно. Этот процесс называется энцефализацией. Но параллельно энцефализации у млекопитающих происходил ещё один прогрессивный процесс. Ещё у некоторых древних рептилий в больших полушариях образуется особый слой нервных клеток головного мозга,

который называется новой корой (в свою очередь, он подразделяется на 6–7 слоев клеток). Этот процесс называется кортикализацией (от латинского «кортекс» — «кора, скорлупа»). И у млекопитающих он становится ведущим. Для млекопитающих важен даже не столько процесс увеличения собственно объема мозга, сколько развитие новой коры, а с ней и новых функциональных возможностей. Вернемся к приматам. Головной мозг некоторых видов ископаемых людей был столь развит, что они могли охотиться, делать орудия,



Отделы мозга человека (продольный срез, вид слева):

1 — большое полушарие; 2 — зрительный бугор (таламус); 3 — гипоталамус; 4 — мозолистое тело; 5 — гипофиз; 6 — варолиев мост; 7 — продолговатый мозг; 8 — четвертый желудочек; 9 — мозжечок



Кора головного мозга человека:

А — слои клеток (пронумерованы римскими цифрами);
Б — типы клеток; В — слои нервных волокон

добывать огонь, заботиться о соплеменниках, но только один вид — Homo sapiens — выжил в конкурентной борьбе с другими видами. По-видимому, это стало возможно за счет наибольшего развития новой коры больших полушарий головного мозга. Ведь по объему мозг

неандертальца был даже больше, чем у современного человека.

Что же значит кора головного мозга для млекопитающих, и человека в частности? Прежде всего, это большее развитие органов чувств, а также двигательной активности, и самое главное — высшей нервной деятельности: мышления, речи, памяти, воображения. Ни одно существо на нашей планете не обладает такими мыслительными способностями, как человек. Недаром иногда человека называют венцом природы. Сможет ли человек достойно распорядиться своими умственными способностями?

ЗАЧЕМ НУЖНА ЧЕЛОВЕКУ ГЛИЯ?

Вам наверняка уже известно, что мозг и нервы состоят из нервных клеток, или нейронов. Они осуществляют контроль и управление над нашим организмом. Это, безусловно, верно, и тем не менее это далеко не полный клеточный состав этих органов.

Нейроны — клетки высокоспециализированные. Как им за всем успевать: доставлять питательные вещества, защищаться от всяких инфекций, избавляться от мертвых клеток? Для этого им нужны помощники. И они есть, эти дополнительные клетки называются глией.

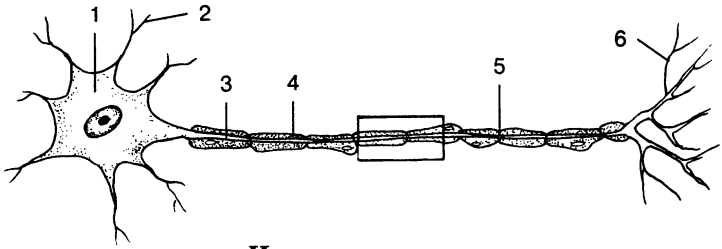
Существует два типа глии: макроглия, или нейроглия, и микроглия. Клетки макроглии — ближайшие родственницы нейронам, так как

происходят они от одного и того же первоисточника — нервной трубки. Все клетки макроглии выполняют общие опорную и разграничивающую функции. А разграничивают они собственно нейроны. Существует несколько типов клеток макроглии: эпендимоциты, астроциты и олигодендроциты.

Первые встречаются и в головном, и в спинном мозге. Они образуют выстилку желудочков головного мозга и спинномозгового канала. Именно эпендимоциты образуют спинномозговую жидкость, отвечают за питание и обмен веществ нейронов. В отличие от других клеток макроглии, с длинными отростками похожими на нейроны, эпендимоциты лишены их. Они имеют кубическую форму, которая широко распространена среди других клеток организма.

В отличие от эпендимоцитов, другие клетки макроглии — астроциты — отличаются наличием длинных отростков. Зачастую, соединяясь с их помощью вместе в единую сеть, они образуют синцитий. Такое явление встречается в природе. Оно характеризуется тем, что клетки имеют общую цитоплазму, но у каждой есть своё собственное ядро. Нейроны сидят между клетками астроцитов, словно в ячейках. Отростки этой разновидности макроглии способны поддерживать отростки нервных клеток. То есть основная функция астроцитов — опорная.

Олигодендроциты очень широко распространены в нашем организме, потому что они сопровождают каждый нерв, а точнее, отрос-

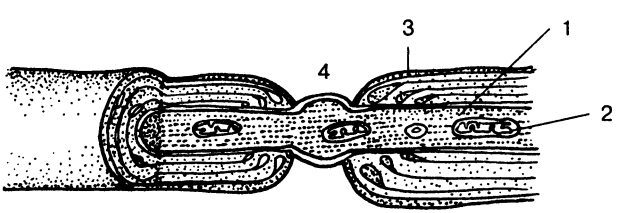


Нервная клетка:

1 — тело клетки; 2 — дендриты (отростки, по которым импульс идет к клетке); 3 — аксон (отросток, по которому импульс идёт от клетки); 4 — миелиновая оболочка; 5 — перехваты Ранвье; 6 — разветвления аксона

ток-аксон нервной клетки. Клетка глии обхватывает отросток и многократно оборачивается вокруг него. Если аксон принадлежит нейрону периферической нервной системы, то клетка макроглии называется шванновской. Таким образом, олигодендроциты образуют миелиновую оболочку нервных отростков. Между клетками, обвившими аксон, остаются пустые промежутки, но это только увеличивает скорость прохождения сигнала по нему.

В отличие от макроглии, микроглия имеет другое происхождение. Она образуется из



Перехват Ранвье при увеличении:

1 — аксон; 2 — митохондрия; 3 — миелиновая оболочка, образованная шванновской клеткой; 4 — перехват Ранвье

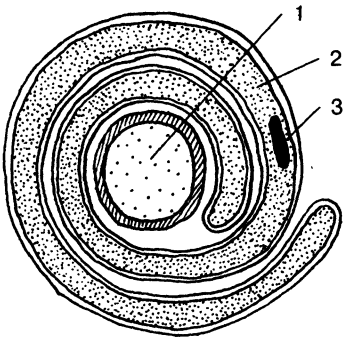


Схема изолирования аксона шванновской клеткой:

1 — аксон; 2 — шванновская клетка; 3 — ядро шванновской клетки

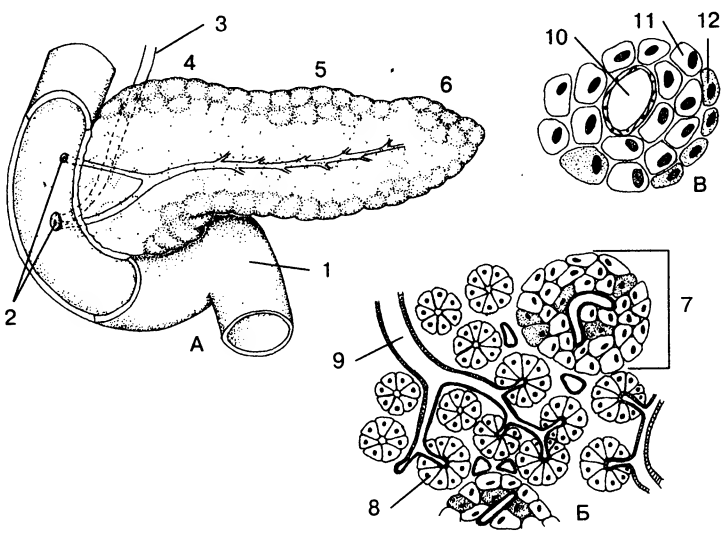
соединительной ткани мезенхимы. Распространяясь среди нервных клеток, микроглия собирает информацию о состоянии нервной ткани. Как только та или иная клетка погибает, она сразу же поглощает её. Поэтому микроглию можно назвать «санитаром мозга». Если в нервную систему попадает инфекция или какое-то ядовитое вещество, убивающее нейроны, число клеток микроглии резко увеличивается. Теперь работы для нее появляется в избытке.

ЖЕЛЕЗА С ГОЛОВОЙ И ХВОСТОМ

Совсем рядом с желудком, а точнее, позади задней его стенки, проживает в нашем теле необычный жилец. Он похож на маленького головастика: есть у него и голова (маленькая, поэтому её принято называть головкой), и шейка, тело и хвост. Спрятав головку за изгибом двенадцатиперстной кишки, он сидит в окружении желудка, почки, кишечника и селезенки. Вы, наверное, уже догадались, что это за орган: это поджелудочная железа.

Её роль в организме человека огромна, потому что железа выполняет сразу несколько функций. Она одновременно является железой внешней и внутренней секреции, то есть и экзокринной, и эндокринной.

Поджелудочная железа закутана в тонкую оболочку, или капсулу, которая, формируя перегородки, проникает внутрь самой железы, разделяя её на дольки. Эти дольки образованы клетками, выделяющими пищеварительные



Поджелудочная железа:

А — общий вид и расположение; Б — участок ткани; В — островок Лангеганса; 1 — двенадцатиперстная кишка; 2 — протоки поджелудочной железы; 3 — общий желчный проток (от печени); 4 — головка; 5 — тело; 6 — хвост; 7 — островок Лангерганса; 8 — ацинарные клетки (выделяющие пищеварительный сок); 9 — проток, ведущий в кишечник; 10 — кровеносный сосуд; 11 — β-клетки; 12 — другие клетки островка

ферменты для расщепления белков (трипсин, химотрипсин, реннин), углеводов (амилаза, инвертаза, лактаза) и жиров (липаза). От каждой дольки отходит свой проток, потом они объединяются в единый проток — вирсунгиев. Он открывается в просвет двенадцатиперстной кишки, рядом с протоком печени, иногда они даже бывают объединены. Когда железа выделяет свой секрет в какую-либо полость, она называется железой внешней секреции.

Но среди долек есть ещё небольшие структуры, похожие на островки. Они так и называются — островки Лангерганса.

Функция клеток островков Лангерганса совсем иная, чем у клеток долек. Выделяемые ими вещества не участвуют в пищеварении в двенадцатиперстной кишке. Из железы они попадают прямо в кровь. Это гормоны: инсулин, глюкагон, липокаин. Первые два ответственны за регуляцию количества глюкозы в организме, а последний участвует в обмене жиров. Если железа выделяет свой секрет в кровеносные сосуды, значит, она считается железой внутренней, эндокринной секреции. Вот почему поджелудочная железа оказывается железой сразу двух типов.

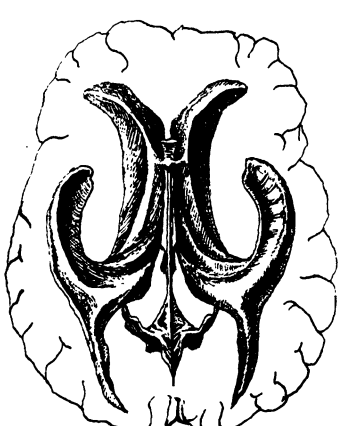
В случае нарушения функций клеток долек поджелудочной железы или островков Лангерганса развиваются тяжелые болезни — панкреатит, сахарный диабет. Поэтому хвостатую соседку желудка следует беречь, ведь она важна для каждого из нас.

ЗАЧЕМ ЧЕЛОВЕКУ СТОЛЬКО ЖЕЛУДОЧКОВ

Многие наверняка знают, что в человеческом сердце есть два желудочка. Но это не единственные желудочки в человеческом теле. Есть ещё четыре желудочка, а с ними вместе и водопровод.

Если вы ещё не окончательно запутались, спешу помочь вам в подсчете желудочков. Располагаются они не в сердце, а совсем в другом органе, не связанном с кровообращением, — в головном мозге.

Желудочки мозга находятся внутри нашего центра управления организма. Это полости, заполненные спинномозговой жидкостью. Всего их четыре: два боковых находятся в передней части мозга, а остальные два идут друг за другом. Последний из желудочков находится в продолговатом мозге и переходит в спинномозговой канал. Соединение третьего и четвертого желудочков и называется водопроводом мозга.



Желудочки мозга

Казалось бы, основная функция головного мозга — управлять нашим организмом, а тут появляются

какие-то полости, заполненные жидкостью. Но они нам также необходимы.

Желудочки заполнены спинномозговой жидкостью. Около них располагается густое кровеносное сплетение. Таким образом, желудочки являются местом, где происходит обмен веществ между кровью и спинномозговой жидкостью.

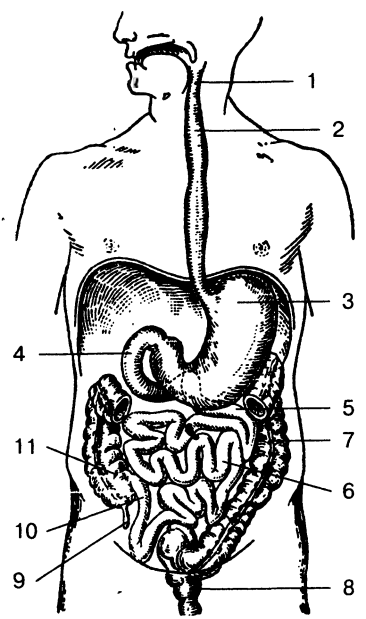
Желудочки головного мозга появляются ещё у эмбриона, в то время когда другие структуры ещё не развиты и сформируются гораздо позже. Дело в том, что головной мозг эмбриона на ранних стадиях представляет трубку. Он так и называется: нервная трубка. Её полость есть прообраз будущих желудочков.

Говоря об отделах нервной системы человека, мы называем отдельные органы, например головной мозг, спинной мозг, хотя они объединены друг с другом нервными путями, идущими от головного мозга и обратно. Продолговатый мозг головного мозга плавно переходит в спинной мозг. Но не только это объединяет два отдела нашей нервной системы. У них есть общий канал, который начинается от желудочков головного мозга и продолжается в спинномозговом канале. Не случайно жидкость в желудочках называется спинномозговой.

Эта особенность строения ещё раз подчеркивает, что на ранних стадиях эмбриогенеза вся центральная нервная система человека представляла единую нервную трубку.

ПЕРИСТАЛЬТИКА

Иногда мы слышим доносящееся из своего живота какое-то бурление. Будто он живет своей жизнью и занимается своими делами. Кажется, что он представляет собой большой мешок, в котором ворочаются, словно в барабане стиральной машины, пища и пищеварительные соки (точнее, ферменты). Но это не так. Живот наш, а правильнее будет сказать, брюшная полость, плотно заполнена органами. Большую часть полости занимает пищеварительная система. Наибольшее пространство занято петлями кишечника. Так что пища двигается внутри брюшной полости по «трубе» пищеварительной системы.



Пищеварительная система человека:

1 — глотка; 2 — пищевод; 3 — желудок; 4 — двенадцатиперстная кишка; 5 — тощая кишка; 6 — тонкий кишечник; 7 — ободочная кишка; 8 — прямая кишка; 9 — аппендикс; 10 — подвзошная кишка; 11 — слепая кишка

Пища, пережеванная в ротовой полости и смоченная слюной, поступает в пищевод в виде кашицы или

комка, который постепенно начинает двигаться по пищеводу к желудку и так далее. Чтобы ускорить движение пищи, стенки желудка и кишечника сокращаются, иначе мы были бы постоянно голодными. Такое явление называется перистальтикой. Они передвигают пищевой комок дальше, попутно переваривая его содержимое. Сокращение стенок отделов пищеварительного тракта возможно за счет гладких мышц, которые входят в их состав. За счет содержащихся в желудке и кишечнике жидкости и газов (продуктов пищеварения, в основном белковой пищи) во время перистальтических движений происходит знакомое нам бурление.

Нарушение двигательной активности пищеварительной системы вредно для здоровья человека. Оно может привести к ряду заболеваний. При этом зависит оно от маленькой, но важной вещи — правильного питания.

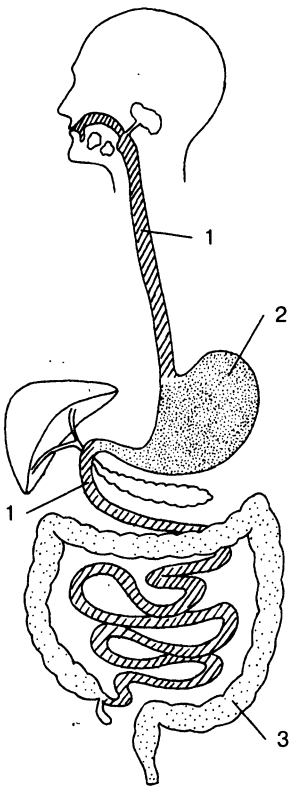
ВЕЗДЕ СВОЯ СРЕДА

Из предыдущего рассказа мы выяснили, что пища движется по пищеварительному тракту из одного отдела в другой. Можно подумать, что она, как по американским горкам, передвигается по различным отделам пищеварительного тракта, не встречая препятствий. Но это не так. Периодически на протяжении пищеварительной «трубки» встречаются перегородки, а точнее, клапаны, которые разделяют части

системы. И это не случайно. Дело в том, что в различных частях пищеварительного тракта различная среда.

Ни для кого не секрет, что в желудке выделяется пищеварительный сок, содержащий соляную кислоту (HCl). Кислота эта сильная, и она создает в желудке кислую среду.

Перед тем как попасть в желудок, пища должна преодолеть клапан, разделяющий его с пищеводом. Если в желудке среда кислая, то пищевой комок, поступающий в пищевод, обильно смочен слюной, которая имеет щелочную среду.



Кислотность среды в разных отделах пищеварительной системы:

1 — щелочная среда; 2 — кислая среда; 3 — нейтральная (от слабокислой до слабощелочной) среда

Выйдя в частично переваренном виде из желудка, пища попадает в отдел тонкого кишечника — двенадцатиперстную кишку. Здесь среда вновь меняется на щелочную, и, следовательно, на границе желудок — двенадцатиперстная кишка тоже находится клапан. Такая среда образуется за счет желчи, которая

поступает в двенадцатиперстную кишку из желчного пузыря, а тот, в свою очередь, принимает её из печени. Сама пища ни в печень, ни в поджелудочную железу не заходит.

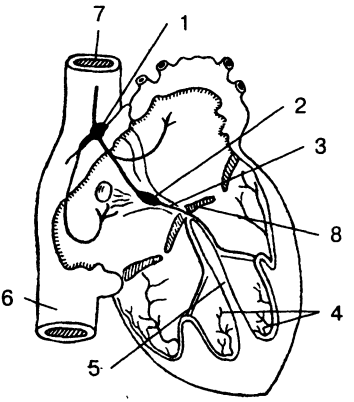
Если клапан плохо закрывается и щелочной секрет попадает в кислую среду и наоборот, чувствуется очень неприятное жжение. Это происходит из-за раздражения эпителия, который выстилает пищеварительный тракт, так как в данном отделе он совсем «не знаком» с такой неприятной для него средой.

Зачем же нужны такие перемены среды, разве нельзя на протяжении всего пищеварительного тракта иметь одну и ту же кислотность? Дело в том, что разные отделы пищеварительной системы выделяют разные ферменты. Ферменты желудка активны только в кислой среде. В нейтральной или щелочной они не смогут переваривать пищу. Если в двенадцатиперстной кишке будет кислая среда, то пищеварительные ферменты поджелудочной железы будут неактивны. Поэтому печень выделяет желчь, создавая, таким образом, благоприятные условия для пищеварения в этом отделе тракта.

РАССКАЗ О ВОДИТЕЛЯХ

Сердце, в отличие от других органов, обладает удивительной особенностью. Ещё врачи прошлых веков заметили, что иногда сердце продолжает биться и после смерти человека.

Можно даже вырезать сердце из тела человека, и оно продолжит сокращаться. Как вы знаете, деятельность каждого органа контролируется головным мозгом с помощью нервов, которые простираются многометровыми тяжами по всему организму. Чтобы, например, сократилась мышца и человек согнул руку, команду отдает мозг. После гибели мозга движения уже не происходит. Почему же сердце не останавливается сразу? Ведь оно также иннервируется нервами, идущими от мозга, например блуждающим нервом.



Автономная система сердца:

1 — синусный узел; 2 — узел Тавара; 3 — пучок Гиса; 4 — сеть волокон Пуркинье; 5 — межжелудочковая перегородка; 6 — нижняя полая вена; 7 — верхняя полая вена; 8 — клапаны

Есть у сердца уникальная автономная нервная система. В правом предсердии нашего сердца есть нервный узел — он называется синоатриальным. В нем через определенные интервалы самопроизвольно возникают импульсы, распространяющиеся по нервным волокнам — пучку Гиса и волокнам Пуркинье, которыми пронизано сердце. Поскольку синоатриальный узел задает ритм работы сердца, его назвали водителем ритма, или пейсмекером.

В сердце есть ещё узел, который способен генерировать нервный импульс. Это атриовентрикулярный узел. Если хорошо работает первый узел, у атриовентрикулярного работы нет, сигнал, возникающий в нем, слабый. Но стоит только чему-то случиться с синоатриальным узлом, второй заменяет его и сам становится водителем ритма. Но первый — пейсмекер первого порядка, а второй, соответственно, — второго порядка. Помимо этого, довольно неслабые импульсы могут генерировать и проводящие пучки автономной нервной системы сердца. Если хотя бы один водитель ритма повреждается или от него не происходит проведение сигнала, работа сердца нарушается.

Удивительный автоматизм сердца научились использовать врачи. В определенных условиях можно сохранять сердечные сокращения, и сердце остается живым. Поэтому здоровое сердце умершего человека медики научились пересаживать человеку, у которого сердце больное и не может больше нормально работать.

БЕЗРАЗЛИЧНЫЙ К БОЛИ

Многим приходилось мучиться головной болью. Голова иногда так болит, словно вот-вот готова расколоться на кусочки или лопнуть, как воздушный шарик.

Некоторые причитают: «Мои бедные мозги, они так болят, просто невыносимо!» На са-

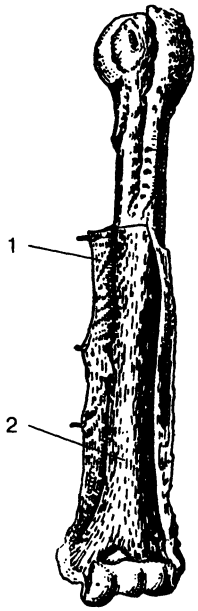
мом деле, что-что, а мозг болеть не может. Давайте разберемся, отчего возникает боль.

Наш организм пронизывает огромное множество нервов, которые достигают буквально каждого его уголка. Нервные окончания передают «распоряжения» головного мозга, что и как делать каждому из органов. Нервные окончания идут к рецепторам органов чувств — зрительным, вкусовым и т. д. Но есть и рецепторы боли. Если на них оказывается какое-либо давление или иное воздействие, то они посылают сигнал центральной нервной системе, который мы ощущаем в виде боли. Такой механизм рассчитан на то, чтобы человек успел избежать вредного, а порой и опасного воздействия.

Но мозг не может чувствовать боли. Потому что сам себя он не иннервирует — в нем нет болевых рецепторов. Однако болевые рецепторы есть в кровеносных сосудах, которые питают головной мозг кровью. Поэтому, когда болит голова, это болит не сам мозг, а сосуды.

НАША ОПОРА

Что такое кость, знает, наверное, каждый. И наверняка считает, что это опорная структура нашего тела, словно какие-то столбы и балки. Многие, скорее всего, знают, что в состав кости входят соли кальция. И может показаться, что кость — это вообще образование неорганическое. Но это не так.



Строение кости:

1 — надкостница (отделена);
2 — собственно кость

Действительно, в состав кости входят соли кальция и фосфора (например, гидроксиапатит). Неорганическая составляющая кости обеспечивает её твердость. Но помимо этого в каждой кости есть и органический компонент — живые клетки. Ведь кость растет, пронизывается нервами, в ней идёт обмен веществ. Это происходит благодаря тому, что в костях находится целый ряд живых клеток.

Основную их массу составляют остеобласты, остеоциты и остеокласты. Первые появляются на самых ранних этапах образования костной ткани. Они являются первоначальными строителями кости. Затем они созревают и преобразуются в другие клетки кости — остеоциты, которые являются её основными строителями.

Кость состоит из плотной костной ткани, образующей слои пластин. За поверхностным слоем плотной костной ткани находится система каналов, которые называются гаверсовыми. Они состоят из кольцевых слоев плотной ткани. Промежутки между ними также заполнены плотными костными пластинами. По ветвящимся гаверсовым каналам проходят кровеносные сосуды, питающие кость, и нер-

вы. Конечно, сосуды и нервы не образуются сами по себе внутри кости. Они поступают в кость из окружающих тканей по перпендикулярным поверхности кости фолькмановским каналам.

В ряде костей бывает хорошо развита находящаяся под плотной костной тканью губчатая ткань. Она состоит из перекладин-подпорок, которые расположены в тех направлениях, в которых на кость оказывается наибольшее давление.

В течение жизни человека кости меняются. Они растут, изменяется распределение нагрузки на кость, поэтому кости постоянно перестраиваются. Меняется и направление перекладин в губчатой ткани.

Зачастую губчатая ткань богата кроветворной тканью, в которой образуются клетки крови. Эта ткань называется костным мозгом. Поэтому кости — это ещё и кроветворные органы.

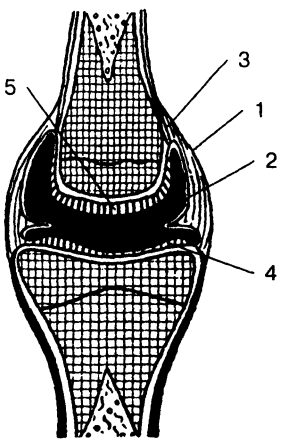
Перестройка кости происходит не за счет надстройки новых структур над старыми. Ненужные структуры растворяют специальные клетки — остеокласты. В отличие от остеобластов и остеоцитов, это клетки-разрушители, но и их старания необходимы для жизни кости.

Кость может расти за счет увеличения толщины наружного слоя. Способствует этому росту двухслойная пленка, которая располагается на поверхности кости, — надкостница.

Теперь становится понятно, почему во время повреждения костей человек чувствует сильную боль: потому что каждая кость — это живое образование нашего организма.

ЗАЧЕМ ЧЕЛОВЕКУ СУМКИ

Куда бы мы ни шли, как бы ни передвигались, все мы ходим с большим числом сумок. Нет, это не авоськи, нагруженные продуктами, а очень важные компоненты нашей опорно-двигательной системы.



Строение сустава:
1 — суставная сумка; 2 — синовиальная оболочка; 3 — надкостница; 4, 5 — сочленовные поверхности костей, покрытые суставным хрящом

Речь идет о суставных сумках. Они закрывают со всех сторон сустав, образуя вокруг него полость. Стенки суставных сумок являются продолжением надкостниц, соединяющихся друг с другом в суставе костей.

Стенки суставных сумок двухслойные. Если наружный слой плотный и защищает от внешних воздействий, то внутренний слой, наоборот, — мягкий. Его клетки выделяют клейкую синовиальную жидкость, чтобы внутри сустава не происходило сильное

трение хрящей друг о друга. В суставной сумке могут также быть смягчающие жировые прослойки и складки.

СЕСАМОВИДНЫЕ КОСТИ

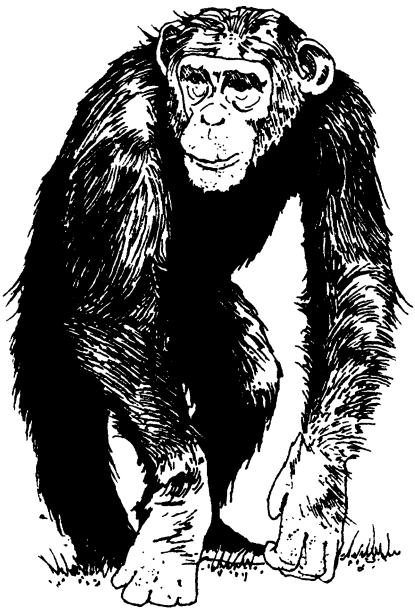
Человек состоит из более чем 200 костей. Многие кости хорошо известны, их число постоянно. Например, две лопатки, две бедренные кости, одна грудина. И тем не менее число костей в скелете может меняться.

Оно зависит от числа маленьких, зачастую незаметных костей, которые называются сесамовидными. Они располагаются в области суставов ног и рук человека и других животных. Эти маленькие плоские или округлые косточки помогают работать мышцам и образуются в тех частях скелета, рядом с суставами, где происходит сильное напряжение мышц. Интересны они тем, что число их может колебаться от 1 до 8. В скелете человека они находятся в стопах ног и кистях рук. Но самые большие, присутствующие у всех людей сесамовидные кости хорошо известны. Это надколенники, или коленные чашечки.

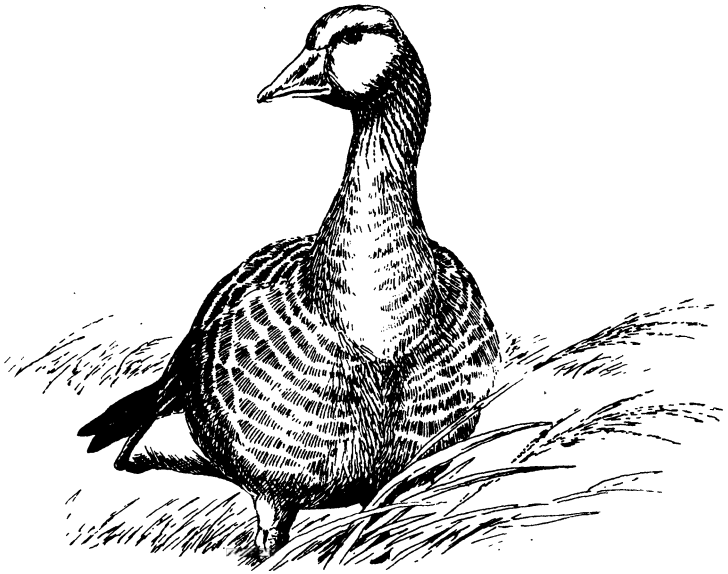
У новорожденных детей их нет и в помине, они формируются позже, когда человек начинает ходить и сухожилия, проходящие через коленный сустав, начинают испытывать сильную нагрузку. Вот тогда и происходит их укрепление за счёт частичного окостенения.

БИНОКУЛЯРНОЕ ЗРЕНИЕ

Посмотрите на рисунок или фотографию лемура, обезьяны или человека. Все прямо смотрят на нас с картинки, словно заглядывая в глаза. Эта особенность глаз приматов называется бинокулярным зрением. Теперь взгляните на глаза вороны, черепахи, рыбы. Они не будут смотреть прямо на вас, потому что расположены по бокам головы и смотрят влево и вправо. Такое положение глаз, с одной стороны, выгодно: эти животные видят то, что происходит по бокам от них, а также впереди и частично сзади. Поэтому не так-то



Так смотрит обезьяна...



...а так — птица (серый гусь)

просто застигнуть птицу врасплох и поймать её. Но есть у этого зрения и недостатки. Чтобы хорошо видеть, что происходит впереди, нужно повернуть голову хотя бы немного боком. Тогда все, что находится впереди, будет хорошо видно одному из глаз.

У нас и других соседей по отряду приматов глаза посажены в передней части черепа. Мы, конечно, не видим ничего из того, что происходит сзади, и плохо видим то, что находится сбоку. Для этого нужно повернуть голову, а чтобы взглянуть назад — как минимум туловище. Почему же наше зрение стало именно таким? Для того чтобы выяснить это, необходимо обратиться к эволюции приматов.

Предки человекообразных обезьян жили на деревьях, как, впрочем, и лемуры. Это были небольшие обезьяны наподобие макак. Им приходилось передвигаться в кронах деревьев, прыгая с ветки на ветку в поисках пищи или спасения от хищника. В последнем случае была особенно важна высокая скорость передвижения. Для этого необходимо прыгать по веткам ловко, но в то же время осторожно. Одно неправильное движение — и животное упадет вниз. Чтобы лучше видеть, куда сделать следующий прыжок (по сути дела, найти путь для дальнейшего продвижения), и оценивать дистанцию до ближайшей ветки или дерева, необходимо бинокулярное зрение. То есть глаза должны быть расположены в передней части черепа и, самое главное, видеть, что происходит впереди. Ко всему прочему зрение человека и обезьян цветное. А это также важно для прыжков в густых кронах деревьев. При цветном зрении легко различить зеленые листья и темные ветки. А при черно-белом видении вся эта растительная масса сливается воедино.

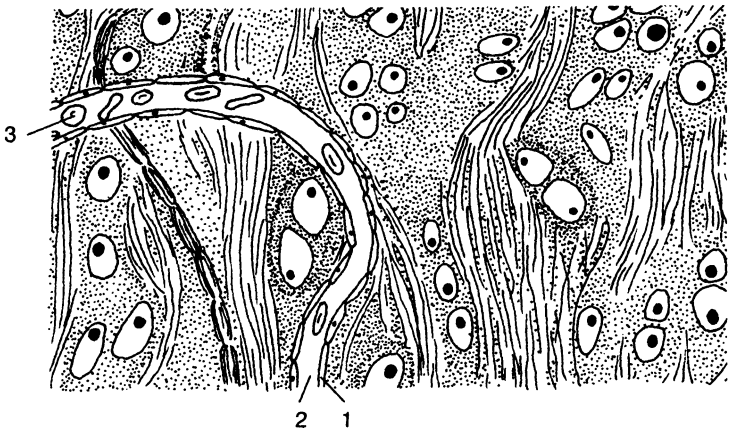
МЕЛЬЧАЙШИЕ РУЧЕЙКИ

Все мы хорошо знаем, что кровь в теле человека течет по сосудам: аорте, артериям и венам, а качает её по организму сердце. Однако в теле человека есть и другие сосуды, они очень мелкие, диаметром всего несколько

микронов: это артериолы, капилляры и венулы. Если задать себе вопрос: как кислород и питательные вещества поступают из крови к каждой клеточке тела, то, не зная о существовании микроциркуляторного русла, ответить на него невозможно. Стенки крупных сосудов многослойные, и кислород и различные вещества просто так не могут через них пройти. Так же непроницаемы они для отработанных продуктов обмена веществ и углекислого газа. Зато все эти вещества проходят через сосуды микроциркуляторного русла.

По расчетам специалистов, в организме человека находится около 40 млрд капилляров. Внутренние органы оплетены ими, словно сетью, ведь кислород и питательные вещества должны поступать к каждой клетке. Но число сосудов в разных тканях и органах отличается. В печени, головном мозге, почках и сердце их больше всего. Ведь сердце и головной мозг — важнейшие функциональные части организма, а почки и печень участвуют в очистке крови от ненужных веществ и выведении их из организма. Кроме того, мозг и сердце очень чувствительны к дефициту кислорода.

Соединяясь друг с другом, эти мелкие сосуды образуют капиллярную сеть. Их однослойные стенки могут быть перфорированы. Через поры вещества из капилляров попадают в межклеточную жидкость путем диффузии. Жирорастворимые вещества (например, спирт) и газы (кислород и углекислый газ)



Капилляр в хрящевой ткани:
1 — стенка капилляра; 2 — просвет капилляра; 3 — эритроциты

проходят через клеточные мембраны клеток капиллярной стенки. А водорастворимые вещества, например соли и их ионы, способны проходить через поры в сосудах. Этой способностью обладают даже некоторые не очень крупные белки. Но крупные молекулы преодолевают барьер капиллярной стенки иным способом, при помощи пиноцитоза. Часть клеточной мембраны капиллярной клетки огибает крупную молекулу, улавливая её внутрь. Образуется пузырь, который попадает внутрь клетки. По системе вакуолей вещество движется к противоположной стороне клеточной мембраны, где пузырек-вакуоль встраивается в мембрану и открывается наружу. Так необходимое вещество оказывается по другую сторону сосудистой стенки.

Возможен и другой механизм транспорта веществ в капилляр и из него. Он называется фильтрацией. В основе его лежит разница давлений внутри капилляра и в межклеточной жидкости. Если давление выше в капилляре, вода с растворенными в ней веществами будет переходить в межклеточную жидкость, а если давление выше снаружи капилляра, то жидкость устремится внутрь сосуда. Такой процесс называется реабсорбцией. В норме в капиллярной сети поддерживается равновесие процессов фильтрации и реабсорбции, но изменение кровяного давления, расширение сосудов, потери крови и т. д. смещают его в ту или иную сторону. При нарушении равновесия в сторону снижения реабсорбции могут возникать отёки.

Нарушение кровообращения в микроциркуляторном русле может привести к тяжелым заболеваниям. Например, закупорка сосудов в печени и поджелудочной железе выражается в некрозе (отмирании) тканей этих органов и появлении таких заболеваний, как цирроз и панкреатит соответственно. Поражение капилляров в ногах приводит к появлению болезненных ощущений, затруднению передвижения и к некрозу тканей. Последнее может стать причиной развития гангрены, при которой конечности приходится ампутировать.

Казалось бы, такие маленькие тоненькие сосуды, которых в организме миллиарды, тем не менее являются такой же важной частью кровяного русла, как и сердце.

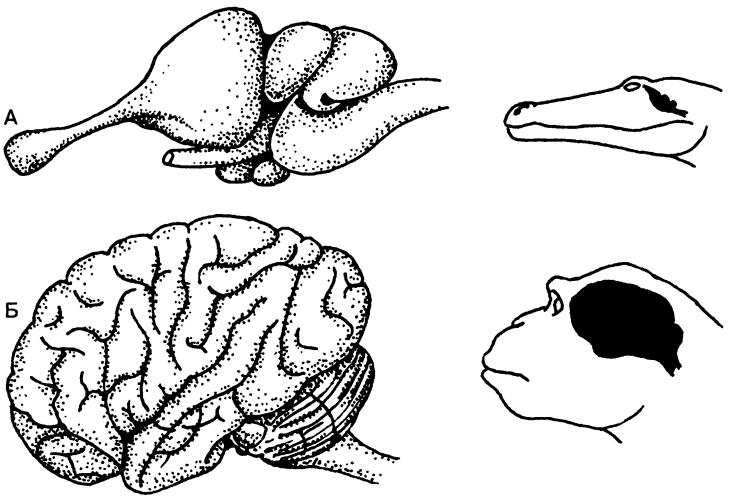
ВСЕ ДЕЛО В ПЛОЩАДИ

Как улучшить интенсивность работы того или иного органа? Над этим вопросом природа «задумывалась» в течение миллионов лет неоднократно и зачастую приходила к одному и тому же решению.

Что нужно сделать для того, чтобы мозг лучше координировал организм, чтобы животное могло делать сложные движения и обладать сложным поведением? Может, стоило бы увеличить мозг до огромных размеров? В нем бы помещалось больше нервных клеток, специализированных для той или иной функции. И природа иногда так и поступала, увеличивая то один, то другой отдел мозга. Сравните мозг рыбы, ящерицы, голубя и собаки. Но всему есть предел. Представьте собаку с мозгом как у человека — да она даже передвигаться не сможет!

Может быть, поступить так же, как это делали некоторые динозавры? Например, у огромного диплодока было, по сути дела, два мозга. Один в голове, а другой в крестце. Но, скорее всего, диплодок не был от этого «умнее и мозговитее». Второй, «задний» мозг управлял движениями ног и хвоста — от головы до них было слишком далеко.

Может быть, уменьшить одну часть мозга за счет другой, менее важной? Но «ненужных» или «маловажных» отделов мозга нет. Где же выход?



Мозг рептилии (А) и мозг обезьяны (Б)

Сравните мозг ящерицы и обезьяны. Помимо того, что мозг обезьяны больше, у него есть ещё одно важное отличие. Весь мозг обезьяны покрыт извилинами и бороздами, за счет которых увеличивается площадь его поверхности. И нервных клеток в этих полушариях гораздо больше — не только за счет объема, но и за счёт увеличения поверхности.

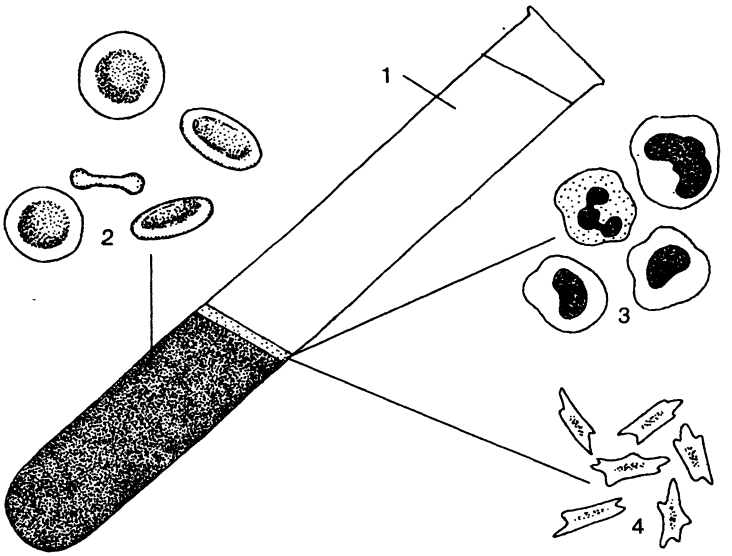
То же самое увеличение площади поверхности происходит и в желудке. Его внутренняя поверхность не гладкая, она вся покрыта небольшими бугорками, на возвышении которых находятся ямки — выходные отверстия желез, которые выделяют ферменты в полость желудка. Помимо этого, площадь внутренней поверхности желудка увеличивается за счет беспорядочно расположенных складок.

За желудком следует тонкий кишечник, и начинается он двенадцатиперстной кишкой. Вся внутренняя её поверхность покрыта глубокими складками — это ворсинки тонкого кишечника. В данном случае значительное увеличение площади поверхности произошло для того, чтобы повысилась интенсивность всасывания переваренной пищи. Складки есть и на внутренней поверхности толстого кишечника. Если посчитать площадь всего кишечника, то получится огромная цифра — 300 м^2.

Вот и получается, что увеличение площади поверхности за счет образования складок — не какой-нибудь частный случай, который характерен для одного из органов нашего организма, например головного мозга. Это часто встречающийся «прием», который использует природа для усовершенствования того или иного органа и его функций.

ЖИДКАЯ ТКАНЬ

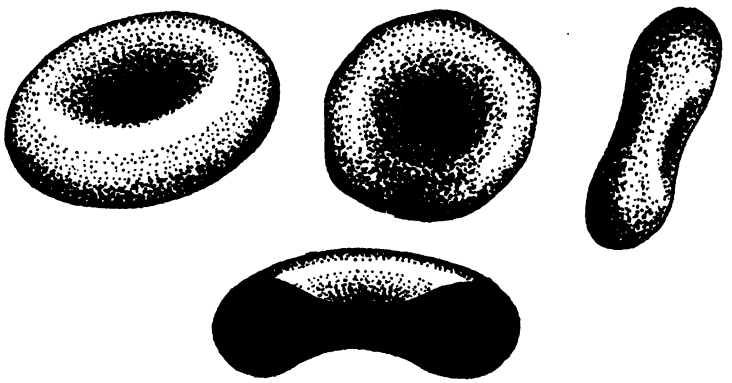
Всем известно словосочетание «течет кровь». Например, кровь течет по жилам, кровь течет из раны. Это свойство крови — текучесть — заставляет относиться к ней как к жидкости. В действительности это самая настоящая ткань — такая же, как мышечная, эпителиальная, железистая и т. д. Действительно, жидкая составляющая в ней преобладает. Она представлена плазмой. По составу



Состав крови (схема):
1 — плазма (55–60%); 2 — эритроциты (40–41%); 3 — лимфоциты (1–3%); 4 — тромбоциты (0,2–1%)

она очень близка к воде, ведь последняя составляет 90% плазмы. Остальную часть составляют растворенные в ней вещества: белки (фибриноген, липопротеины, глобулины, альбумин) и легкие органические и неорганические соединения: анионы соляной, угольной, фосфорной, серной кислот; катионы кальция, натрия, калия, магния; мочевина; глюкоза. Именно за счет плазмы кровь является жидкой тканью, несмотря на то, что содержит множество живых клеток.

Плазма имеет желтоватый цвет, но кровь красная. Это свойство крови обуславливают клетки, содержащиеся в ней. Их можно



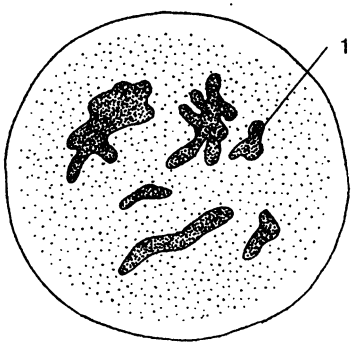
Эритроциты

подразделить на три группы: эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Первые из них и оказываются решающими в образовании красного цвета крови.

Эритроциты человека — это клетки толщиной 2 мкм, которые не имеют ядер. Они имеют дисковидную форму и вогнуты с двух сторон — двояковогнутые. Красная окраска эритроцита вызвана высоким содержанием белка гемоглобина. Этот белок необходим для переноса кислорода по телу человека. Молекулы кислорода присоединяются к атомам железа в гемоглобине, и эритроцит транспортирует их к нуждающимся в кислороде клеткам. У взрослого человека в норме содержится от 4,6 до 5,1 млн эритроцитов в одном микролитре крови, или около 44% от общего объема крови.

Помимо самих эритроцитов, в крови присутствуют их предшественники, недозрев-

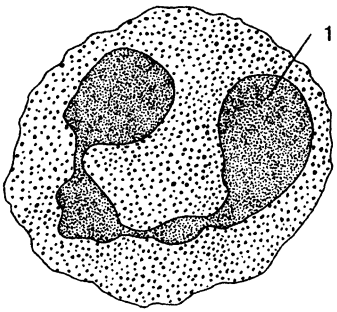
шие эритроциты — ретикулоциты. Дело в том, что все клетки крови — от первоначальной стволовой клетки до созревшей клетки крови — проходят несколько стадий. У большинства этот процесс происходит в костном мозге или в лимфатической системе. А последние две стадии созревания эритроцитов происходят уже в крови. Остальные клетки крови яркой окраски не имеют.



Ретикулоцит:
1 — остатки ядра

СТРАЖИ ИММУНИТЕТА

Иногда эти содержащие ядро амебовидные клетки ещё называют белыми кровяными тельцами. Их в 51 раз меньше, чем эритроцитов, и кислород они не транспортируют. Однако они выполняют не менее важную задачу, чем красные кровяные тельца. Это стражи нашего организма. Некоторые из них путем фагоцитоза поглощают целые клетки, другие выделяют особые вещества, убивающие внедрившуюся в организм инфекцию. У каждого из них своя функция, свои обязанности, ведь в крови существует несколько групп лейкоцитов. Это гранулоциты, лимфоциты и моноциты.



Гранулоцит:
1 — ядро

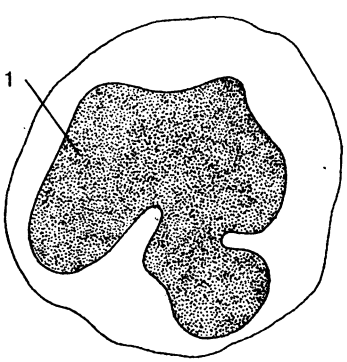
Гранулоциты — это наиболее представительная группа среди всех лейкоцитов. Названы они так из-за того, что в их цитоплазме можно увидеть гранулы, содержащие различные вещества, которые необходимы для защиты организма от попадающих в него чужеродных веществ и клеток. Они также подразделяются на группы: эозинофилы, базофилы и нейтрофилы. Для нейтрофилов кровь — это транспортная система. Передвигаясь с током крови, они попадают в ту часть организма, где существует очаг воспаления из-за деятельности болезнетворных бактерий или собственных отмирающих тканей организма. Скажем, вы поцарапали руку, и в ранку попала инфекция — бактерии из внешней среды. Некоторые из них нападают на клетки человека, и тогда в район попадания инфекции из ближайших тканей и сосудов собираются нейтрофилы. Они атакуют бактерии, растворяя их мембраны, повреждая их ДНК. Так образуется очаг воспаления, появляется гной — продукт активной деятельности нейтрофилов. Самих защитников организма в гное оказывается предостаточно.

Если же с пищей, вдыхаемым воздухом в кровь попадает какое-то вещество, например

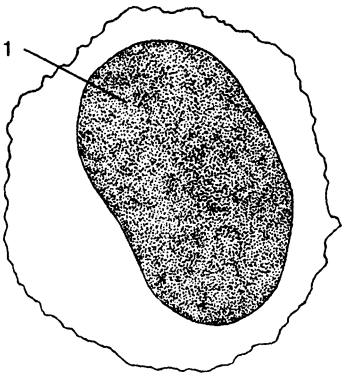
чужеродный белок, который повреждает клетки организма, в бой вступают эозинофилы. Начинается аллергическая реакция, или, говоря житейским языком, аллергия. Эти лейкоциты обезвреживают опасных гостей.

А вот запускают этот процесс, то есть распознают вредоносное вещество, базофилы — ещё одна группа лейкоцитов-гранулоцитов. Когда зловредный гость касается мембраны базофила, происходит ответная реакция — выброс в кровь особого вещества гистамина. С этого начинается аллергическая реакция. И вот тогда увеличивается количество эозинофилов.

Следующая большая группа лейкоцитов — моноциты. Некоторое время они плавают в крови, но, завершив созревание, переселяются жить в ткани, где всегда остаются на страже здоровья организма. При попадании инородных клеток они выделяют токсические вещества. Но это не главное их оружие. Моноциты не просто атакуют чужие клетки веществами, они поедают их целиком. Если же уничтожить вторгшееся тело не удалось, множество моноцитов окружают его, исключая возможность контакта с



Моноцит:
1 — ядро



Лимфоцит:
1 — ядро

другими клетками организма.

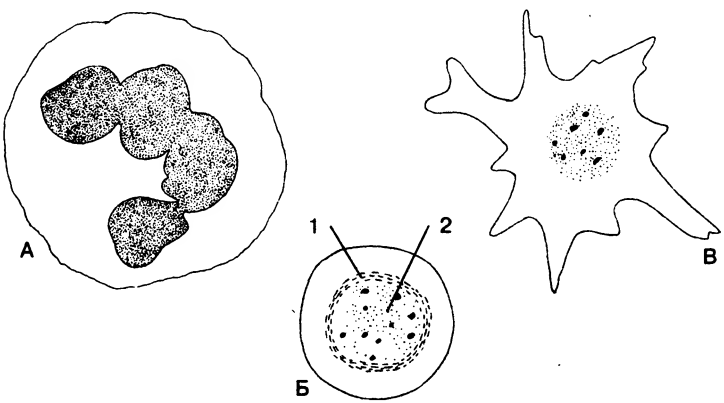
Последняя группа лейкоцитов — лимфоциты. Они уничтожают вторгшиеся в организм клетки и вирусы в крови и лимфе. Подробнее о них вы сможете прочитать в рассказе об иммунитете человека.

ТРОМБОЦИТЫ

Тромбоциты, как и эритроциты, лишены ядра. По происхождению это фрагменты клеток-предшественников мегакариоцитов — безъядерные участки цитоплазмы с органеллами, заключенные в двойную мембрану. Поэтому их ещё называют кровяными пластинками. Несмотря на простоту внутреннего устройства, роль тромбоцитов отнюдь не второстепенная.

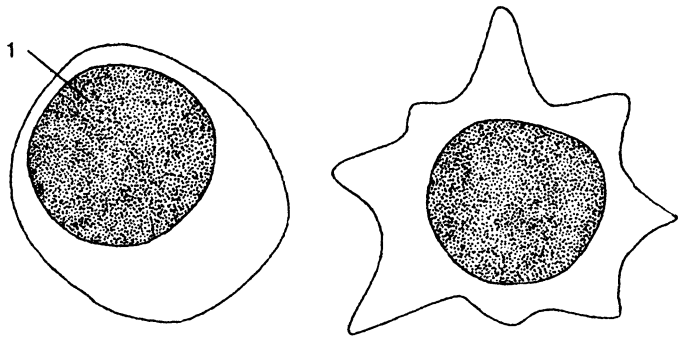
Эти клетки способны выделять особые вещества, которые свертывают кровь, то есть сгущают её, образуя плотные комки — тромбы, которые способны закупоривать отверстия в сосудах. Образование этих сгустков необходимо для того, чтобы остановить кровотечение. При повреждении стенок сосудов кровь

начинает выходить наружу, попадая в расположенные рядом ткани, в просветы различных органов, на поверхность кожи. Остановить её совсем не просто. Ведь она подвижна и будет вытекать до тех пор, пока сердце будет способно прогонять её по сосудам организма. Но тромбоциты спасают организм от гибели. Выделяя целый ряд особых веществ, тромбоциты «заставляют кровь сгущаться» и, таким образом, формируя тромб, закупоривают отверстие. Кровь перестает вытекать. При отсутствии такого свойства человек может умереть от кровопотери. Заболевание, при котором кровь теряет свертываемость, называется гемофилией.



Мегакариоцит и тромбоцитарные пластинки:

А — мегакариоцит; Б — неактивированные тромбоцитарные пластинки; В — активированные тромбоцитарные пластинки. 1 — кольцо микротрубочек; 2 — центральная часть клетки с митохондриями, гранулами и т. п. Тромбоцитарные пластинки отделяются от краев мегакариоцита, при активации микротрубочки формируют тяжи, обеспечивающие упругость лучей клетки



Тромбоциты амфибий:
1 — ядро

Люди, страдающие таким заболеванием, могут умереть даже от небольшой царапины.

В то же самое время чрезмерное увеличение количества тромбоцитов также ведет к заболеванию — тромбофлебиту. В этом случае тромбы образуются в просвете вен в тех местах, где никаких повреждений стенок сосудов и в помине нет. Они мешают кровотоку и могут быть причиной смерти человека, если оторвавшийся тромб закупорит просвет какого-нибудь сосуда, например легочной артерии.

ЗАЧЕМ НУЖНА КРОВЬ

Из трех последних рассказов можно понять, насколько важна и незаменима кровь, которая без остановки движется по нашим сосудам десятки лет. Она, словно река, соединяет все клеточки нашего тела, каждый орган и

части тела. Кровь могла бы просто заполнять сосуды и никуда не спешить, стоять на месте. Но остановка кровообращения означает смерть. Кровь не может стоять на месте, ведь её важнейшая функция — транспортная.

Проходя через легкие, она насыщается живительным кислородом и несет его дальше, чтобы щедро снабдить им каждую клетку. Но не забудет забрать у них и то, что уже не пригодится для клеточной жизнедеятельности: продукты обмена веществ — химические соединения, ненужные организму или даже представляющие для него опасность. Например, углекислый газ, который жидкая ткань принесет легким, чтобы во время выдоха избавиться от него. Другие ненужные вещества выйдут через почки с мочой, с потом или могут быть депонированы в печень на вечное хранение.

Проходя в стенках пищеварительной системы, кровь не забудет захватить и необходимые питательные вещества, ведь они не менее важны для жизни, чем кислород. И снова всем раздаст с пребольшим удовольствием. А надо будет — и лекарства доставит в пункт назначения, к больным органам.

Плывут по кровяной реке различные клетки — тромбоциты, эритроциты, лейкоциты, — они тоже часть крови. Если тромбоциты защищают организм от кровопотерь, а эритроциты «перевозят» воздух, то лейкоциты защищают организм от чужеродных клеток и веществ. И это ещё одна функция крови — защитная.

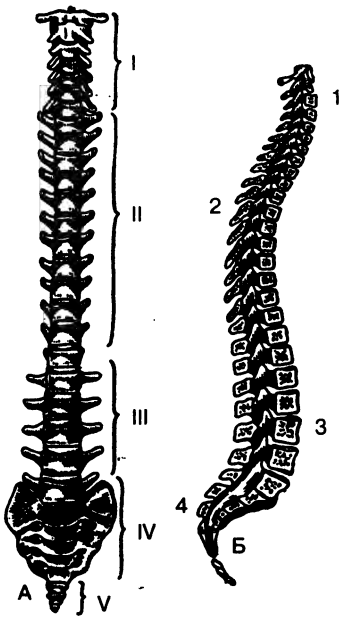
Регуляторная функция крови не менее важна. Количество воды в крови может меняться. Вместе с лимфатической системой, которая дублирует некоторые её функции, кровеносная система необходима ещё и для контроля количества воды в организме. Поддерживает кровь и свой химический состав. Химическое постоянство среды очень важно. Если оно нарушается, многие процессы сразу идут наперекосяк. Недаром, чтобы узнать о состоянии человека, врачи прежде всего берут на анализ кровь из пальца или вены.

ПЕРВЫЙ ЧЕЛОВЕК

История человечества насчитывает около 100 тысяч лет. Это время существования всего одного вида Homo sapiens. Но до него и одновременно с ним жили и другие виды древних людей. Самый первый вид, которого можно назвать человеком, обитал около 2,5 млн лет назад в Африке. Точнее сказать, видов было два: Homo habilis (человек умелый) и Homo rudolphensis (человек с озера Рудольф). Африка была родиной всего человечества, ведь в разное время её населяли не менее 15 видов древних людей. Как же можно определить, относится ли тот или иной вид к человеческому роду?

В качестве основных признаков нашего рода ученые выделяют три: прямохождение, способность производить орудия труда и боль-

шой объем головного мозга. Чтобы подняться с четырех конечностей на две, необходимо уметь удерживать своё тело в вертикальном положении и передвигаться. Для этого необходимо иметь определенное строение стоп, ведь на них давит масса всего тела. Поэтому стопа перестала быть плоской, у нее появился свод. Прямохождение обязывает постоянно поддерживать своё тело в вертикальном положении, прямо держать голову, чтобы видеть все, что происходит вокруг. При этом, если позвоночник будет прямым как шест, то ходить и делать различные движения будет неудобно. Поэтому у позвоночника развились изгибы, помогающие наилучшим образом распределять массу тела на разные отделы позвоночника во время стояния или ходьбы. В поясничном и шейном отделах образовался прогиб впе-



Позвоночник человека:

А — вид спереди; Б — вид справа, поперечный срез; I — шейный отдел; II — грудной отдел; III — поясничный отдел; IV — крестцовый отдел; V — копчиковый отдел; 1 — шейный лордоз; 2 — грудной кифоз; 3 — поясничный лордоз; 4 — крестцовый кифоз

ред, или лордоз, а в грудном, наоборот, прогиб назад — кифоз.

А какими прочными должны быть кости и суставы ног, ведь давление тела велико. Казалось бы, кости ног — бедренные, малая и большая берцовые кости — должны быть мощными, монолитными, как бетонный столб, а они на самом деле внутри имеют полости, почему и называются трубчатыми. И тем не менее такая конструкция оказалась наиболее удачной для поддержания тела и, помимо всего прочего, легкой.

Во время передвижения животного на четырех ногах внутренние органы опираются на мышцы живота или брюшные ребра. Но при вертикальном положении тела их давление направлено вниз, поэтому тазовые кости расширились и приняли форму чаши, на которую и опираются внутренности.

Процесс дыхания в вертикальном положении также становится затрудненным, поэтому грудная клетка человека расширилась, особенно её нижняя часть. Теперь, уверенно шагая по земле и вдыхая воздух полной грудью, человек начал изменять мир вокруг себя.

ТРУД И РАЗУМ

Но умения ходить вертикально недостаточно, чтобы стать человеком. Некоторые обезьяны, медведи и даже ящерицы тоже могут

передвигаться, поднявшись на задние лапы. Но человек начинает активно приспосабливаться к окружающему миру, а потом и изменять его.

Один из первых видов рода Homo — человек умелый. Почему же он назван умелым? Потому что он стал не просто использовать первые попавшиеся в руки камни, а обрабатывать их и делать из них примитивные орудия. Чтобы умело орудовать камнями, отбивая от них нужные куски, необходимо определенное мастерство, но не только. Особым должно быть и строение рук, точнее кистей. Для лучшего удерживания камня или палки большой палец кисти должен располагаться напротив остальных пальцев.

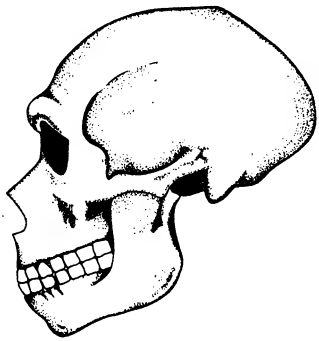
Но даже и эта особенность не поможет производить сложные движения и создавать искусные орудия, процесс производства которых требует большой точности движений. Для этого необходимо, чтобы этим процессом руководил мозг, то есть он должен быть уже достаточно развит. Палеоантропологи, ученые, которые изучают древних людей, договорились между собой, что считать человеком можно того древнего представителя человеческого древа, у которого объем мозга был не менее 800 $см^3$. Надо отметить, что у современного человека объем мозга 1350–1550 $см^3$. Причем увеличение головного мозга происходило за счет увеличения объема больших полушарий, внутри которых находятся те самые

хитросплетения нервных клеток, позволяющих осуществлять такой важный процесс, как мышление.

ГОВОРИЛ ЛИ НЕАНДЕРТАЛЕЦ

Самый близкий к нам вымерший вид человека — неандерталец. Жили неандертальцы на огромной территории: и в Европе, и в Азии, и в Африке, и, возможно, даже в Австралии. Они были всем похожи на нас, людей разумных. Некоторые специалисты даже считают, что неандертальцы вовсе не отдельный вид, а всего лишь подвид нашего вида, то есть почти мы. Но не в этом суть дела. Так же, как и ранние представители нашего вида, неандертальцы собирали плоды, корешки, ракушки, охотились на разных зверей, даже мамонтов — и тех одолевали, жили в пещерах, а иногда в хижинах. Но были у них особенности, которые сразу бросились бы в глаза, если бы мы на улице встретили неандертальца. Это большие надбровные дуги, располагавшиеся над глазами, и почти полное отсутствие подбородка. Многие ученые сказали сразу же: если нет подбородка, значит, и говорить неандерталец не умел, издавал только нечленораздельные звуки. Как же тогда договаривались неандертальцы между собой, уходя на охоту, как рассказывали, сидя у костра, удивительные истории, случившиеся с ними во время охоты? Скучен

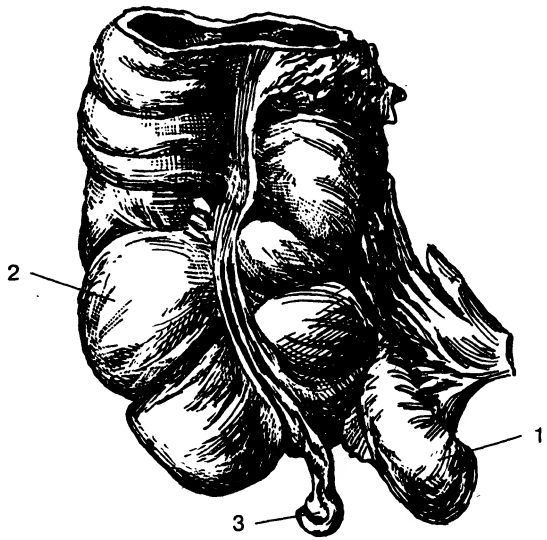
и беззвучен был мир неандертальца, только рычание соплеменников прерывало тишину. Но вот одна-единственная находка перевернула все с ног на голову. В одной из пещер Израиля нашли скелет неандертальца, у которого чудом сохранилась хрупкая гиоидная, или подъязычная, кость. Она интересна тем, что находится среди шейных мышц под нижней челюстью и не прикрепляется ни к одной из других костей. По её строению можно сделать вывод, обладает ли человек членораздельной речью или нет. Так вот, неандерталец, чей скелет был найден в израильской пещере, обладал ею. Надо сказать, что жившие здесь неандертальцы отличаются также наличием небольшого подбородочного выступа. Значит, неандертальцы все-таки могли поделиться своими впечатлениями, посплетничать, а может, и спеть колыбельную маленькому неандерталёночку.



Череп неандертальца

НИЧЕГО ЛИШНЕГО

В том месте, где окончание тонкой кишки (оно называется тощей кишкой) впадает в начальный отдел толстого кишечника — слепую



Аппендикс:

1 — подвздошная кишка; 2 — слепая кишка; 3 — аппендикс

кишку, располагается небольшой слепо замкнутый отросток. Его называют червеобразным отростком, или по-латыни — аппендикс вермиформис, поэтому чаще мы слышим о нем под названием аппендикс. Он является выростом той самой слепой кишки. По сравнению с кишкой его просвет очень узок — 4–10 мм, тогда как кишки — около 7 см.

Многие знают, что существует заболевание аппендицит — воспаление червеобразного отростка. Лечится оно удалением аппендикса. Поскольку у многих людей аппендикс рано или поздно воспаляется и процесс этот сопровождается сильными болями, высокой температурой, а его запущенная форма может при-

вести к летальному исходу, то врачи решили самым решительным образом бороться с ним. Зачем вообще нужен этот аппендикс? Он доставляет только неудобства. А что, если его удалять уже у новорожденных детей?

Оказалось, что они были не правы. Действительно, напрямую в переваривании пищи аппендикс участия не принимает. И тем не менее он выполняет сразу несколько функций.

Его стенки очень богаты лимфатическими узлами, поэтому его иногда называют лимфатической железой. И такое сосредоточение лимфатических узлов не случайно. В аппендиксе синтезируются вещества, необходимые для поддержания иммунитета. Среди образующихся веществ есть и витамины. Помимо всего прочего, в аппендиксе обезвреживаются различные токсические вещества. Несмотря на то, что пища не попадает в червеобразный отросток, здесь выделяются некоторые ферменты. Слепая кишка — это бродильный чан, в котором в большом количестве живут симбиотические бактерии, также помогающие переваривать пищу (поэтому у травоядных млекопитающих это выпячивание толстой кишки может достигать значительных размеров). Есть они и в аппендиксе. Вероятно, именно эти бактерии являются причиной воспаления аппендикса.

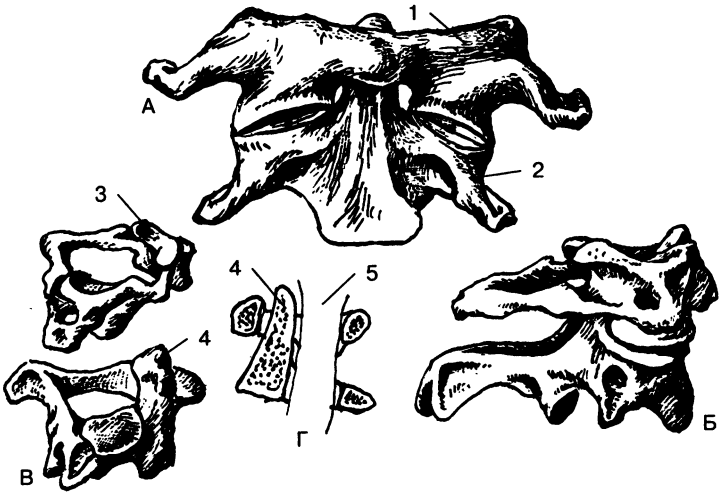
Червеобразный отросток часто называют рудиментарным органом, потерявшим своё значение для процесса пищеварения в организме человека. Но на примере аппендикса легко

понять, что ничего лишнего в организме не бывает: даже перестав выполнять свою изначальную функцию, аппендикс продолжает оставаться важным органом иммунной системы.

ВЕЛИКОЛЕПНАЯ СЕМЕРКА

Шейный отдел позвоночника у человека образован семью позвонками. Два первых позвонка, которые располагаются ближе к черепу, имеют свои особые названия: самый ближний — атлант, а за ним — эпистрофей. Особенные названия связаны с формой этих позвонков. Если оставшиеся пять шейных позвонков похожи между собой, то эти два имеют свою неповторимую форму. Атлант соединяется суставными поверхностями с суставными отростками (мыщелками) затылочной кости черепа. Позвонок словно состоит из двух дуг, нижней и верхней, соединенных вместе. Под верхнюю дугу заходит длинный зубовидный отросток эпистрофея. Удивительно, но этот отросток — часть атланта, когда-то приросшая к эпистрофею. И если атлант стал ажурным, то эпистрофей, наоборот, более массивным. За счет такого «подарка» стало возможно вращение атланта вокруг этого отростка, что увеличило подвижность шеи и головы.

Такое строение шейного отдела позвоночника характерно для всех млекопитающих. Семь шейных позвонков — это отличитель-



Атлант и эпистрофей:

А — вид спереди; Б — вид справа; В — раздвинутые позвонки; Г — схема соединения; 1 — атлант; 2 — эпистрофей; 3 — суставные поверхности, соединяющиеся с мыщелками черепа; 4 — «зуб» эпистрофея, вокруг которого вращается атлант; 5 — спинной мозг

ный признак класса млекопитающих от других классов позвоночных животных. А как же жираф? У него-то в шее наверняка позвонков больше, вон она какая длинная. А вот и нет. Длинная шея жирафа сформировалась не за счет увеличения количества позвонков шейного отдела позвоночника. У жирафов увеличилась длина самих позвонков. И в коротких шеях тоже семь позвонков. Например, китообразные наделены тем же признаком, что и все другие звери, хотя обособленная, заметная шея у них отсутствует.

Так что у всех нас есть что-то от жирафов!

ПОЧЕМУ ТЕМНЕЕТ В ГЛАЗАХ

Бывало ли с вами такое, что при резком вставании в ваших глазах потемнело? Это случается как с человеком взрослым, так и с подростком. Это естественная физиологическая реакция организма. Она называется ортостатической. Давайте разберемся поподробнее.

Когда вы сидите и, например, читаете какую-нибудь книгу, то есть находитесь в состоянии покоя, давление в сосудах вашего организма достигает определенного уровня. Их просвет мало меняется. Для того чтобы управлять организмом, анализировать информацию, поступающую от органов чувств, мозг должен постоянно снабжаться необходимым ему количеством кислорода, который приносит по сосудам кровь.

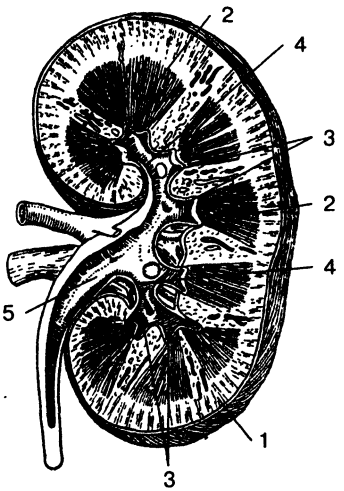
Но вот чтение закончилось, и вы встаете. При этом в работу включаются другие группы скелетных и прочих мышц. Особые группы резистивных сосудов суживаются, давление в сосудах падает. К мозгу поступает меньше крови, чем необходимо. Из-за этого понижения давления и темнеет в глазах. У людей, которые страдают гипотонией, кровеносное давление зачастую понижено. Если давление в сосудах было излишне низким, то из-за перехода в вертикальное положение может случиться даже ортостатический обморок, или коллапс. Тем не менее организм «следит» за кровоснабжением мозга. Скоро включаются особые механизмы

саморегуляции и состояние нормализуется. Зрение проясняется, а вы чувствуете, как энергично отбивает пульс сердце.

ПРИ ЧЁМ ЗДЕСЬ ПОЧКИ

Артериальное давление — важный показатель состояния человека. В организме существует целый ряд механизмов, регулирующих давление крови. При этом нарушить их работу, увы, очень легко. Недаром столько людей в мире страдают заболеваниями, связанными с патологическими изменениями артериального давления: гипотонией (понижение давления) и гипертонией (повышение давления). Ежегодно в мире тысячи людей умирают от гипертонии и гипотонии или последствий этих заболеваний.

Один из аппаратов регуляции давления находится, как это ни странно, в почках, в их фильтрующей системе. Эта система, называемая нефроном, находится в корковом веществе почек.



Почки:

1 — корковый слой; 2 — мозговой слой; 3 — малые чашечки; 4 — большая чашечка; 5 — почечная лоханка

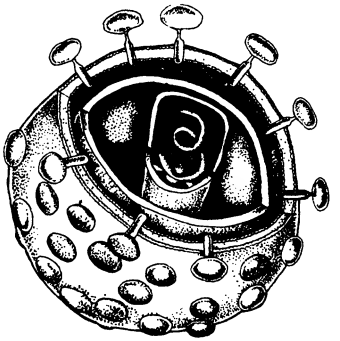
В каждом нефроне находится островок клеток, называемый юкстагломерулярным аппаратом. Этот аппарат появился у позвоночных очень давно. Он есть даже у живущих в воде рыб. Юкстагломерулярные клетки крупнее окружающих их клеток. Они овальной или неправильной формы.

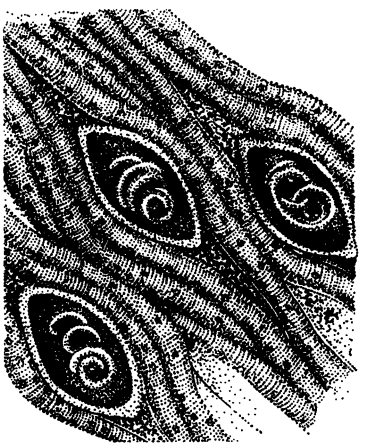
Юкстагломерулярные клетки вырабатывают гормон ренин. С его появлением в крови запускается целый каскад физиологических процессов. В ответ на появление ренина печень синтезирует другое вещество — ангиотензин. В крови он сначала превращается в ангиотензин-I, а затем — в ангиотензин-II. Последнее звено в этой цепи превращений воздействует на сосуды, вызывая вазоконстрикцию, а проще говоря — сужение сосудов. Из-за сужения сосудов давление увеличивается.

Не случайно люди, страдающие заболеванием почек, например пиелонефритом, страдают ещё и часто повышающимся давлением, гипертонией. Это происходит по причине частого раздражения юкстагломерулярных клеток, которые очень чувствительны ко всяким воздействиям, и выделения чрезмерного количества ренина.

Поэтому, заботясь о своем здоровье, не забывайте: излечивая одну болезнь, можно избежать появления других неприятностей. Ведь наш организм — единое целое!

БОЛЕЗНИ ЧЕЛОВЕКА





Зловещий чужестранец
ВИЧ
Борьба
ВИЧ на службе у человека
Пожирающий организм
Болезнь Альцгеймера
Коллекция минералов
Паразитические черви человека
Ужасные ленточники
Круглые паразиты
Болезни первобытных людей

ЗЛОВЕЩИЙ ЧУЖЕСТРАНЕЦ

Может ли один человек захватить большой укрепленный город? Конечно, нет, скажете вы.

Что ж, тогда сформулируем наш вопрос иначе: а может ли мельчайший вирус, который даже не является клеткой, а всего лишь молекулой нуклеиновой кислоты в белковой оболочке, уничтожить здоровый и полный сил организм? Оказывается, может.

Эта трагическая история впервые произошла довольно давно, но ежедневно повторяется в разных уголках мира.

Однажды перед воротами богатого укрепленного города появился подозрительный чужестранец. Город был хорошо укреплен и не раз давал отпор неприятелям, пытавшимся поработить или разрушить его. Внутри и на стенах стояла надежная охрана, которая сразу отличала всех чужаков, едва они делали первый шаг в ворота города.

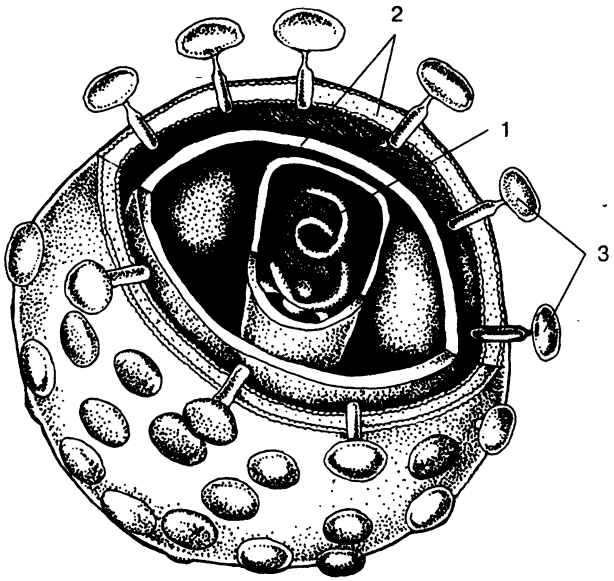
А этот чужестранец собирался погубить огромный город в одиночку, без армии и осадных машин. Найдя лазейку в крепостной стене, казалось бы, надежно защищенной крепости, он проник внутрь и, обнаружив одиноко прогуливавшегося стража, вселился в него и полностью взял под контроль все его действия. Прошло некоторое время, и зловещий чужестранец покинул тело бывалого воина, погубив его. За ним вышел ещё один, и ещё, и ещё... Каждый был как две капли воды похож на

чужестранца, в одиночку пробравшегося в неприступную крепость. Его двойники вселились в других охранников и затем снова покинули их тела, ещё более многочисленные.

Бдительная стража города наконец обнаружила чужестранцев и порабощенных ими стражей города, которых становилось все больше и больше. Началась жестокая битва. Воинам приходилось сражаться не только с чужестранцами, но и с теми стражами, которых они себе подчинили. Долго длилось сражение. Все больше воинов вставало в ряды зловещего врага, все меньше оставалось доблестных стражей города. Наконец защитников города осталось так мало, что некому было охранять ворота, через которые в город ворвались племена дикарей, раньше боявшихся одного только вида храбрых стражей. Теперь уже ничто не могло спасти город...

ВИЧ

Вы, наверное, уже догадались, кем был этот загадочный враг. Речь идет, конечно же, о вирусе иммунодефицита человека, сокращенно называемом ВИЧ, который вызывает такое страшное заболевание, как СПИД (синдром приобретенного иммунодефицита), названный «чумой XXI века». Конечно, в организм человека вирус попадает далеко не в единственном экземпляре, тем не менее проник-



ВИЧ:

1 — РНК вируса; 2 — оболочки; 3 — белки на оболочке, связывающиеся с рецепторами на мембране клетки

новение даже небольшого числа вирусов способно погубить человека.

Появился этот зловещий «малыш» в 30-х годах XX века, но был открыт лишь в 1982 году, а до этого свирепствовал в труднодоступных уголках Африки, откуда он, по-видимому, родом. Есть различные гипотезы о причинах его появления: согласно одной, он сначала появился в популяциях человекообразных обезьян, в соответствии со второй, он является продуктом неудачных экспериментов с какой-то вакциной. Сторонники третьей утверждают, что он — эффективное биологическое оружие,

«сбежавшее» из секретных военных лабораторий. Однако в 1930-е годы лабораторий, которые могли бы вывести такой вирус, ещё не существовало. Но если происхождение ВИЧ скрыто завесой тайны, то опасность его для человечества очевидна, ведь СПИД до настоящего времени неизлечим, а на планете им заражены уже миллионы людей.

Что же представляет собой этот вирус, почему он так разрушительно действует на организм человека? На вид это вполне обычный вирус: белковая оболочка, внутри которой расположена молекула нуклеиновой кислоты, несущая наследственную информацию. Правда, если у многих вирусов она представлена молекулой ДНК, то у ВИЧ — РНК, которая схожа с ДНК, но имеет некоторые отличия. РНК-содержащие вирусы называются ретровирусами. Вирус иммунодефицита человека имеет форму шара, несущего на поверхности грибовидные выросты. Они называются рецепторами. Именно с их помощью ВИЧ прикрепляется к клетке человека. Но не просто к клетке, а к её рецепторам, поэтому «сесть» на клетку, где нет подобных рецепторов, он не может. А клетка эта — не что иное, как тот самый надежный защитник нашего организма, который защищает человека от различных инфекций. Это клетка иммунной системы — Т-лимфоцит.

Надежно «заякорившись» на мембране лимфоцита, коварный вирус пускает в ход фермент, растворяющий мембрану клетки. Но це-

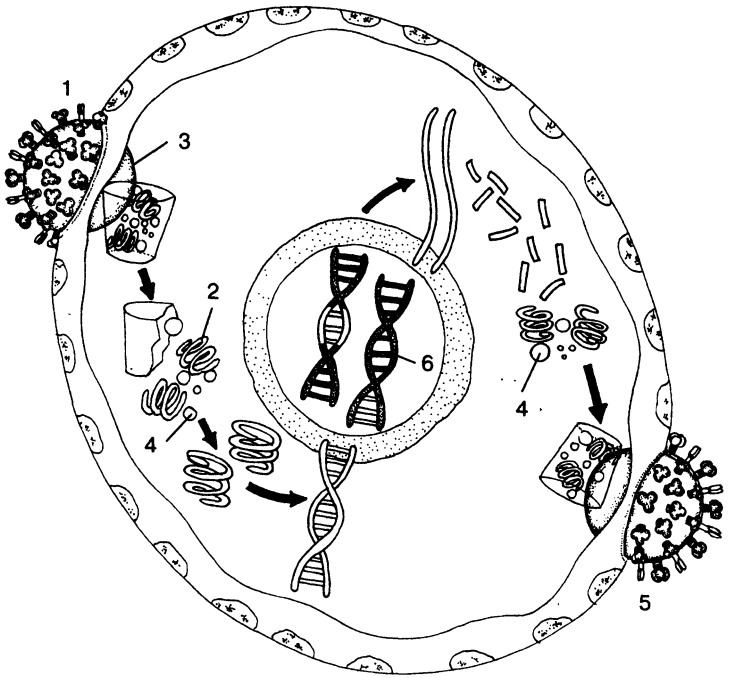


Схема развития вируса в клетке

1 — прикрепление вируса к мембране клетки-хозяина; 2 — нуклеиновая кислота вируса; 3 — белковая оболочка вируса; 4 — белки вируса; 5 — готовая вирусная частица; 6 — ДНК хозяина.

ликом вирус внутрь защитника не проходит, его шаровидная белковая оболочка остается снаружи мембраны. Внутрь впрыскиваются РНК вируса и некоторые белковые ферменты.

Теперь вирусу необходимо соединить свою наследственную информацию с человеческой. РНК не может встроиться в ДНК. Но вместе с ней в клетку впрыскивается особый фермент — ревертаза, или обратная транскриптаза. С её

помощью на основе РНК вируса синтезируется ДНК. (Обычно в клетке всё происходит наоборот: РНК синтезируется на матрице ДНК, потому этот фермент и назван обратной транскриптазой.)

Новенькая ДНК вируса входит в ядро и при помощи других ферментов встраивается в ДНК лимфоцита, а дальше, также не без помощи ферментов, на основе этого встроившегося в геном фрагмента синтезируются новые молекулы РНК вируса, которые выходят из ядра клетки. В цитоплазме происходит сборка вируса. Выйдя из клетки, «свежесобранный» вирус проникает в другие Т-лимфоциты. Зловещий механизм запущен. Десятки, а затем сотни и тысячи лимфоцитов оказываются зараженными вирусом.

Конечно, иммунная система не дремлет. Она распознает проникнувшую инфекцию и начинает бороться против нее, в том числе уничтожая собственные зараженные Т-лимфоциты. Начинается жестокая битва. Проходят годы (примерно 5–10 лет, иногда — больше), прежде чем в крови человека остается мизерное количество клеток-защитниц. ВИЧ распространяется в другие клетки крови и за её пределы: в клетки нервной системы, эпителия кровеносных и лимфатических сосудов. Со временем, когда клетки иммунной системы становятся очень малочисленными, зловещий вирус не просто берет иммунную систему под контроль, а полностью уничтожает её.

Тогда любая «простенькая» инфекция, попавшая в организм, может привести к смерти человека. Этот этап заболевания, собственно, и называется иммунодефицитом. Лишенный иммунитета, человек умирает.

БОРЬБА

Как же бороться с заболеванием? Ведь в настоящее время наука добилась больших высот. Конечно, как только заболевание было идентифицировано и появились первые жертвы, а список заболевших рос в геометрической прогрессии, врачи всего мира задумались, как же бороться с этим заболеванием. Были организованы рабочие группы, фонды, затрачены огромные деньги.

Стало известно, что вирус передается только через кровь, половым путем и от матери к ребенку при родах. Если бы путь распространения ВИЧ был воздушно-капельным или с помощью каких-либо кровососущих насекомых, большая часть человечества на сегодняшний день была бы заражена. Но вирус быстро погибает на воздухе и в щелочной среде слюны.

Механизм действия ВИЧ соответствовал таковому у других вирусов (например, гриппа, гепатита). Следовательно, и бороться с ним надо известными методами, нарушая процессы внедрения ВИЧ в клетку, синтеза

ДНК или РНК, сборки нового вируса. Сейчас создано множество лекарств, которые замедляют действие ферментов вируса. Это значительно продлевает человеку жизнь, но всё же не излечивает полностью.

Другой вариант — создание вакцины, которая способствовала бы формированию иммунного ответа против ВИЧ. Для этого, по классической разработанной методике, может вводиться ослабленный вирус или фрагмент его РНК. В этом случае клетки иммунной системы уничтожают вторгшегося и запоминают его, чтобы в случае появления агрессора дать ему незамедлительный и сокрушительный отпор. Но вся проблема в том, что вирус этот непостоянен, он все время мутирует, являя на свет все новые свои разновидности, которых в настоящее время уже 25 тысяч! То есть в год в среднем появляется не менее 357 разновидностей. Существуют несколько изначальных разновидностей ВИЧ, например ВИЧ-1 и ВИЧ-2, которые распространены в определенных районах планеты. В Европе и Америке преимущественно распространены вирусы группы ВИЧ-1. Итак, подобрать вакцину к постоянно видоизменяющемуся вирусу очень трудно. Тем не менее работы в этом направлении продолжаются.

Что только не предлагали для борьбы с ужасным заболеванием! Новые исследования, например, показали, что белок, который содержится в хорошо известном растении зве-

робое продырявленном, угнетает размножение ВИЧ. Конечно, каждое новое открытие требует подтверждения и дальнейших долгих исследований.

Как каждое живое существо (можно не признавать вирусы живыми, но факт остается фактом), со временем ВИЧ меняется. Как мы выяснили, это происходит за счет мутаций. С одной стороны, они негативно влияют на борьбу с инфекцией, с другой стороны, происходят изменения, способствующие перевесу сил в сторону иммунной системы. Некоторые исследователи этого вируса, например доктора Эрик Арц и Кит Алкорн, считают, что вирус постепенно слабеет. Происходит естественный эволюционный процесс. Переходя от человека к человеку, патогенность ВИЧ ослабевает. И, возможно, через много лет ВИЧ станет совсем безвредным вирусом. Вот только доживем ли мы до этого времени?

Неужто ни один представитель человечества не может противостоять ВИЧ? Оказалось, это не так. Есть люди, у которых рецепторы на поверхности Т-лимфоцитов имеют несколько иное строение. ВИЧ, попадая к ним в кровь, не может прикрепиться к лимфоцитам, и клетки иммунной системы легко расправляются с ним. Такие люди просто не заражаются.

Далеко не всегда, кстати, вирус передается и от матери к ребенку во время родов. Ученые тщательно изучают причины этого явления, пытаясь найти оружие против ВИЧ.

ВИЧ НА СЛУЖБЕ У ЧЕЛОВЕКА

Люди не просто пытаются научиться уничтожать вирус иммунодефицита человека, но ещё и применять его с пользой для человека. То есть обратить ужасную инфекцию во благо человечества. Вот какие исследования ведутся в этом направлении.

Знания в области генетики, молекулярной биологии и биохимии сегодня достигли такого уровня, что стало возможным в хромосому одного организма встраивать гены другого. Можно произвести определенные сложные манипуляции и обезвредить ВИЧ. Ученые уже умеют это делать. Но для чего это нужно?

В одном исследовании ученые-генетики «снабдили» вирус способностью узнавать раковые клетки и поражать их. К генам ВИЧ добавили ещё ген светлячка, который ответственен за синтез определенного флуоресцентного (светящегося) белка. Попадая в пораженный раком организм, вирусы распознают на поверхности раковых клеток особые, специфические для них рецепторы, прикрепляются к ним и уничтожают их. За счет наличия флуоресцентного белка в наследственной информации модифицированного ВИЧ ученые узнают, здоровые или больные клетки атаковал «полезный» вирус.

Другое применение ВИЧ напрямую связано с его способностью ослаблять иммунную систему. С помощью вируса в клетки переса-

женного органа планируется встраивать гены, подавляющие иммунную систему. Ведь причина гибели некоторых пациентов, которым пересадили органы другого человека, — это отторжение нового органа из-за активного участия иммунной системы, которая считает клетки органа чужеродными и, соответственно, атакует их. Если же иммунитет ослабить локально, то отторжения органов происходить не будет.

В обоих случаях заражение патогенным вирусом не происходит, то есть он не становится опасным для человека. Возможно, в ближайшем будущем ВИЧ начнет работать во благо человечества.

ПОЖИРАЮЩИЙ ОРГАНИЗМ

Как известно, многоклеточный организм развивается из одной клетки в ходе множества клеточных делений. Однако по мере развития каждая клетка специализируется, превращаясь из просто «клетки» в нервную, мышечную, эпителиальную и т. д. Специализированные клетки делятся слабо или не делятся вовсе — например, нервные. Новые клетки обычно образуются из так называемых стволовых клеток — неспециализированных клеток, сохранивших способность к неограниченному делению. Стволовые клетки, дающие начало новым клеткам крови, например, располагаются в красном костном мозге.

Раковая опухоль

Но иногда происходит сбой, и специализированная клетка теряет специализацию и начинает активно делиться, образуя все новые и новые неспециализированные клетки. Так образуется раковая, или злокачественная, опухоль. Сам организм вполне способен остановить этот процесс, ведь такие сбои происходят регулярно. Иммунная система воспринимает переродившиеся клетки как чужеродные, атакует их и уничтожает. Однако иногда, не совсем понятно почему, иммунная система не распознает раковые клетки и у человека развивается одно из страшнейших заболеваний человечества, которое ежегодно уносит многие жизни.

Надо сказать, что опухоли бывают и доброкачественными, не раковыми. Клетки, образующие их, не теряют специализацию полностью — под микроскопом можно узнать, из какой ткани они образовались — и, хотя и совершают неположенные деления, всё же не делятся до бесконечности. Такие опухоли не угрожают жизни организма, кроме того, при необходимости их легко удалить хирургическим путём, тем более что они обычно имеют чёткие границы и оболочку.

Совсем иное дело — злокачественные опухоли, которые, кстати, могут возникать на основе доброкачественных, почему последние лучше по возможности удалять. Раковые клетки начинают неограниченно делиться, опухоль увеличивается в размерах и разрушает те здоровые, жизненно важные ткани, которые встречаются ей на пути. Разрастаясь, она проникает в соседние органы. Достигнув лимфатических или кровеносных сосудов, злокачественные клетки разносятся в любой уголок организма и там продолжают своё черное дело, также образуя опухоль. Такие вторичные опухоли называются метастазами. Деление раковых клеток продолжается до тех пор, пока больной не умирает.

Почему же возникают подобные новообразования? Зачастую они возникают там, где локализовано какое-то хроническое заболевание. Например, язвы, некоторые гастриты, бронхиты и полипы, образующиеся в различных органах, могут способствовать развитию опухоли. Помимо этого, негативно влияют на организм и вещества, которые способствуют образованию рака, или канцерогены. К таким веществам относятся, например, никотин, поступающий в организм при курении, соли тяжелых металлов, некоторые органические вещества. Канцерогенным эффектом обладает радиоактивное излучение, а также ультрафиолетовое — так что не загорайте на солнце и в соляриях слишком много. К образованию

опухоли могут привести и различные травмы. Иногда перерождение клеток вызывает слишком горячая или слишком холодная пища. Некоторые виды рака вызываются вирусами. Это может быть папилломовирус, вирус гепатита В и другие. Иногда предрасположенность к образованию злокачественной опухоли передается по наследству, в отдельных случаях опухоли образуются спонтанно (что означает, скорее всего, что причины их возникновения нам пока неизвестны).

В настоящее время известно 500 разновидностей злокачественных опухолей. Появление каждой из них может привести к летальному расходу. Как же лечить это страшное заболевание? Возможно ли это? Все зависит от локализации рака и степени его развития. Выделяют 4 стадии развития злокачественных опухолей. Чем раньше болезнь будет обнаружена, тем больше шансов на выздоровление. Первая стадия характеризуется тем, что опухоль ещё совсем маленькая и не затрагивает различные органы, а также ещё не успела навредить тому органу, в котором появилась. Последняя же стадия характеризуется сильно разросшейся опухолью, проросшей и распространившей свои метастазы в различные органы по всему телу. Маленькую опухоль легче уничтожить, полностью вырезав, в то время как точные границы сильно разросшейся опухоли определить, скорее всего, невозможно. Кроме того, большая опухоль при-

водит к боли и различным другим симптомам, маленькая же на первой стадии не дает о себе знать. Сейчас все больше разновидностей рака удается определить в связи с появлением в крови в большом количестве определенных веществ. Новые методы позволяют обнаружить болезнь, когда она ещё слаба и излечима. Помимо этого, внутренние исследования пищеварительной системы, ультразвуковое исследование и томография также способствуют ранней диагностике страшного недуга. То есть регулярные осмотры у врача помогают распознать рак на ранней, излечимой стадии.

Помимо оперативного вмешательства, существуют и другие методы борьбы со злокачественными опухолями. Это лечение с помощью медикаментов, облучение потоками радиоактивных частиц и т. д. В генной инженерии делаются попытки научить бороться с этим заболеванием не менее устрашающий ВИЧ (этому мы посвятили отдельный рассказ).

Поскольку рак был известен с глубокой древности, многие знахари, врачи пытались бороться с ним, применяя разнообразные методы. Например, экспериментировали со змеиным ядом: вводили его непосредственно в опухоль, и он в той или иной степени уничтожал её. Однако яд затрагивал и соседние, здоровые ткани, поэтому такой метод исцеления не прижился. Современный метод лечения при помощи этилового спирта схож с предыдущим, но в данном случае в опухоль вводится спирт.

Рак в настоящее время полностью не побежден, тем не менее многих людей удается вылечить или хотя бы продлить им жизнь. Для некоторых разновидностей рака процент излечения уже существенно выше 50%. В любом случае, упущенное время играет не в нашу пользу.

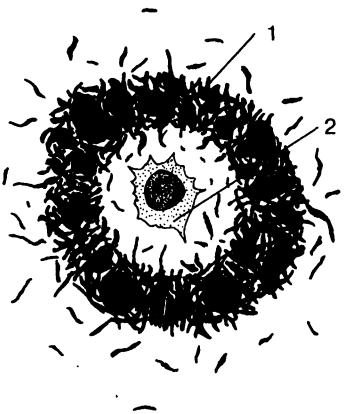
БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА

К большому сожалению, существует множество болезней, которые человек до сих пор не умеет лечить и даже не знает, чем они вызваны. Одна из таких болезней была описана в 1907 году немецким врачом А. Альцгеймером и названа его именем.

У нее есть другое название: старческое слабоумие. Из названия понятно, что встречается она у людей пожилого возраста, чаще всего проявляется после 40–50 лет. Только в США от нее умирает около 100 тысяч человек в год. В том числе она стала причиной смерти бывшего президента США Рональда Рейгана. У человека, страдающего болезнью Альцгеймера, начинает ухудшаться память, затрудняется речь, ослабевает мыслительный процесс, двигательная активность, больной перестает узнавать окружающих и в конце концов умирает.

Что происходит с человеком, страдающим этим заболеванием? Искать источник болезни надо в головном мозге. Раньше думали, что к страшному недугу приводит нарушение кро-

вообращения в мозге, но оказалось, что болезнь заключается в изменении собственно нервных клеток. В коре головного мозга и некоторых подкорковых структурах из видоизмененных нервных клеток образуются уплотнения — клубочки, и, помимо того, в виде бляшек откладывается белок-амилоид. Всё это нарушает функционирование нервных путей, по которым сигнал проходит к мозгу и от него. С возрастом болезнь прогрессирует.



Клубочки в мозге больного болезнью Альцгеймера:

1 — поврежденные клетки;
2 — нервная клетка, оказавшаяся в изоляции

Лекарств, способных бороться с развитием патологического процесса, пока не существует, те, что есть, могут лишь ослабить некоторые симптомы и замедлить развитие недуга. Небольшой прогресс наметился в способности распознавать болезнь Альцгеймера на ранней стадии развития.

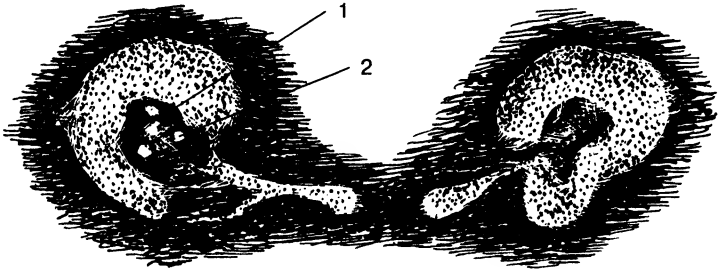
Однако с развитием генетики и молекулярной биологии и связанной с этим расшифровкой наследственной информации человека появились новые гипотезы о происхождении этой болезни. По мнению некоторых американских и канадских ученых, в 14-й хромосоме

человека есть ген, мутация которого приводит к появлению болезни. Считается, что существует целая группа генов, которые чаще остальных мутируют в старческом возрасте, приводя к заболеваниям, специфичным для пожилых людей. Разрабатываются и новые лекарства. Может быть, пройдет совсем немного времени и, развивая исследования хромосом человека, врачи наконец узнают о причине возникновения болезни Альцгеймера и других пока неисследованных болезней и разработают эффективные лекарства и методы лечения, которые позволят лечить эти недуги на генном уровне.

КОЛЛЕКЦИЯ МИНЕРАЛОВ

Иногда некоторые люди становятся невольными коллекционерами камней, возникающих в почках, желчном пузыре, реже в других органах. Эти камни образуются из растворенных в жидкостях различных солей.

В природе почти невозможно встретить чистую воду, в ней всегда есть какие-то примеси. В других жидкостях также всегда есть примеси. Такие жидкости, содержащие другие вещества, называются растворами. Только в условиях химической лаборатории можно очистить воду от примесей, тогда она будет называться дистиллированной. Конечно, вы возразите, что большинство камней нельзя растворить в воде.



Камни в почках (изображение при ультразвуковом обследовании):

1 — печеночная лоханка; 2 — камни

В ограниченном объеме воды нельзя растворить неограниченное количество какой-либо соли, даже очень легко растворимой. Например, если добавлять в воду поваренную соль, то в конце концов она перестанет растворяться и останется в виде осадка на дне резервуара. Существует определенная граница растворения этой соли в воде, по достижении которой растворение не происходит, а происходит выпадение осадка.

Итак, если растворенное вещество достигло определенной концентрации, оно начинает выпадать в осадок. Именно этот процесс и происходит во внутренних органах человека. В желчи и в моче растворены различные соли — продукты обмена веществ. Это не только поваренная соль, хотя и она там есть. Нас в данном случае интересуют не неорганические, а органические соли, соли органических кислот: мочевой, щавелевой, муравьиной и т. д. Это всё продукты обмена веществ организма.

Обычно в почках и желчном пузыре количество этих органических солей ограничено. Но, если в хрупком равновесии обмена веществ происходит сбой, их концентрация в организме нарастает и может достигать той границы растворения, о которой мы говорили ранее. Соли начинают выпадать в осадок.

Очень важным моментом для начала выпадения осадка является наличие центра кристаллизации. Если в жидкость попадает хотя бы маленький кристаллик или песчинка, то эта мельчайшая частица становится центром кристаллизации выпадающих из раствора солей. Таким ускоряющим центром может быть патогенная бактерия, попавшая во внутренние органы при болезни. Выпадающая соль слой за слоем откладывается вокруг кристаллика или бактерии. Подобные слои, образовавшиеся в результате выпадения осадка, имеют особое название: кольца Лизиганга.

Пример аналогичного процесса хорошо вам известен, но в той ситуации он выполняет защитную функцию. Так же двустворчатый моллюск кольцо за кольцом откладывает карбонат кальция вокруг песчинки, образуя жемчужину.

Какие же соли образуют камни в теле человека? В желчном пузыре и желчных протоках печени образуются камни четырех видов. Первые из них — холестериновые. Они очень легкие, светлые и состоят из органического вещества холестерина. Редкие известковые камни, наоборот, неорганического происхождения —

в их основе карбонат кальция, образующий такие горные породы, как известняк и мел. Если перечисленные камни светлые, то черные пигментные камни темные. Они формируются из продукта разрушения гемоглобина — билирубина и карбоната кальция. Последний тип камней по химическому составу сочетает в себе компоненты всех предыдущих разновидностей солей.

Совсем иные по химическому составу камни образуются в почках. В одном случае при нарушении обмена веществ в моче образуются нерастворимые соли мочевой кислоты — ураты. В другом случае откладывается кальциевая соль органической щавелевой кислоты, и тогда камни называются оксалатами. И в третьем случае в осадок выпадают фосфаты, представляющие собой соли фосфорной кислоты и металлов (таких, как кальций и магний) или аммония. Как и при желчнокаменной болезни, образовавшиеся камни могут иметь и смешанный состав.

Камни в почках и желчном пузыре не просто причиняют неудобства и сильную боль, они впоследствии могут вызвать серьезные проблемы. Царапая внутреннюю поверхность желчного пузыря, почечной лоханки или мочеточника, они вызывают воспаления поврежденных органов. Изредка камни могут прорывать желчный пузырь, и вытекающая из него желчь начинает переваривать окружающие ткани, что может привести к летальному

исходу. Нередко камни закупоривают проток желчного пузыря или мочеточник и могут полностью приостановить отток желчи или мочи, что тоже становится причиной нешуточных проблем.

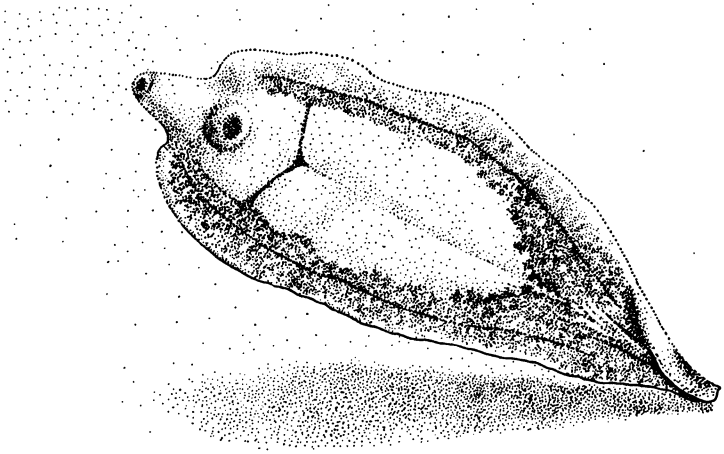
Поэтому люди, которые владеют такой необычной «минералогической коллекцией», стараются быстрее от нее избавиться и прибегают к помощи лекарственных средств, рук хирурга или к методу дробления камней.

ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ ЧЕРВИ ЧЕЛОВЕКА

Многие болезни человека вызываются паразитами. Причём паразитами могут быть не только вирусы, бактерии или одноклеточные простейшие, но и многоклеточные организмы, например черви.

Традиционно начнем с плоских червей. Есть среди них группа, которая называется сосальщиками. Название это не случайно, они обитают во внутренних органах человека и животных и всасывают органические вещества из внутренних органов хозяина, например гликоген. Важно ещё то, что у них есть два хозяина: в одном, промежуточном, паразитирует личинка, а в окончательном — половозрелая взрослая особь.

Наиболее известный из сосальщиков — печеночный. Он вызывает заболевание фасциолез. Его промежуточный хозяин — брюхо-

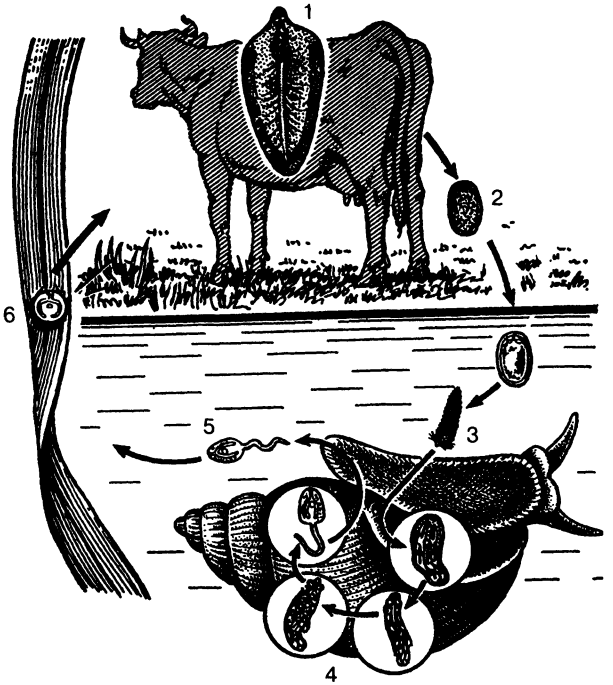


Печёночный сосальщик

ногий моллюск малый прудовик, а основным хозяином может быть как рогатый скот, так и человек. Поселяется он, как вы уже, наверное, догадались, в печени. При этом печеночные протоки могут закупориваться или, наоборот, расширяться.

Многие другие сосальщики также выбирают в качестве «места жительства» печень, например кошачья двуустка (промежуточные хозяева — пресноводные моллюски, рыбы, вызывает заболевание описторхоз). Иные, как легочная двуустка (промежуточные хозяева — пресноводные ракообразные и моллюски, вызывает заболевание парагонимоз), поражают легкие. В них двуустка образует капсулы, в которых и живет.

Настоящий путешественник среди сосальщиков — кровяная двуустка, виновница



Жизненный цикл печеночного сосальщика:

1 — взрослая особь в печени коровы или человека; 2 — яйца; 3 — свободноплавающая личинка мирацидий; 4 — развитие и размножение личинок церкарий в улитке (малом прудовике); 5 — свободноплавающая церкария; 6 — инцистировавшаяся на траве личинка адолескария

появления заболевания шистозоматоза (промежуточные хозяева — пресноводные моллюски). Это один из страшнейших паразитических червей человека. Он попадает в организм человека из какого-нибудь водоема. Личинка пробуравливает кожу купающегося и по капиллярам попадает в кровеносную систему нового хозяина. Пропутешествовав по сосудам, она

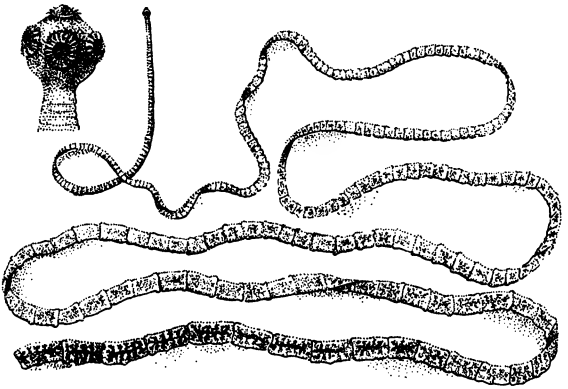
остается в венах брюшной полости, печени, мочевого пузыря, где начинает размножаться. Она опасна тем, что выделяет продукты своего обмена веществ в кровь, и тем, что может закупорить сосуды жертвы. Эти двуустки могут вызывать фиброз печени и даже рак мочевого пузыря. Некоторое время назад в тропиках заболеваемость шистозоматозом достигала 900 млн человек.

УЖАСНЫЕ ЛЕНТОЧНИКИ

Помимо сосальщиков существуют не менее опасные для человека паразитические плоские черви. Но, в отличие от плоских червей, их тело не имеет формы листа растения, а скорее ленты. Поэтому их и назвали ленточными.

Длина их тела велика — до 12 м. Оно состоит из головки-сколекса и многотысячных члеников (хотя есть исключения: например, у эхинококка их не более четырех). Часто они имеют несколько синонимичных названий: лентецы, цепни, солитеры.

Наиболее известны бычий и свиной солитеры. Их длинные тела очень похожи между собой. Как вы, наверное, догадались, их промежуточные хозяева — корова и свинья соответственно. Оба ленточных червя обитают в просвете кишечника человека, который является их окончательным хозяином. Человек заражается при поедании сырого или непрожаренного



Свиной цепень

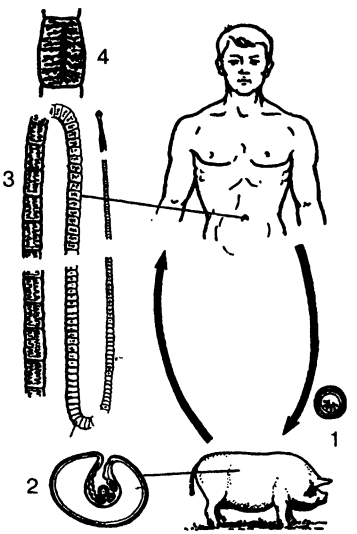
мяса. Они называются солитерами, потому что обитают в теле хозяина поодиночке, от французского «солитер» — «единственный». Два червя одного вида не уживутся в кишечнике одного хозяина. Хотя и из этого правила есть исключения. Однажды у одного больного было обнаружено 104 червя!

Несмотря на сходство, есть у них одно важное различие. Бычий солитер имеет на головке присоски, которыми и прикрепляется к стенке кишечника (вызывает заболевание тениаринхоз), а у свиного солитера есть, помимо присосок, венчик крючьев, которыми он крепко заякоривается в кишечнике. Поэтому их иногда называют: первого — невооруженным, а второго — вооруженным цепнем. По этой причине изгнать из кишечника человека свиного солитера непросто (он вызывает заболевание тениоз). Ко всему прочему, эти животные не только травмируют кишечник, но и отравляют ор-

ганизм хозяина продуктами обмена веществ, которые являются для человека токсичными, всасывают переваренную пищу, иногда могут вызывать непроходимость кишечника — если многометровое тело червя запутывается в клубок, закрывая просвет кишечника.

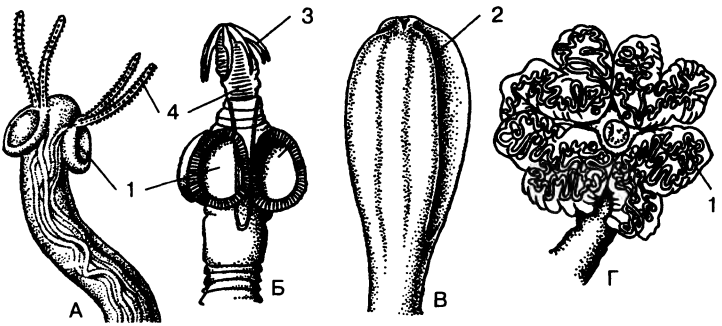
Другой ленточный червь — широкий лентец — также живет в кишечнике человека (он вызывает заболевание дифиллоботриоз). У него нет присосок и крючьев, но есть присасывательные щели — ботрии. Интересен он тем, что имеет двух промежуточных хозяев: рачка-циклопа и рыбу.

В отличие от солитеров, некоторые другие ленточные черви, но меньших размеров, могут жить в организме человека группой до 1000 особей. Таков карликовый цепень. Человек — его промежуточный, а также и окончательный хозяин. Взрослые животные прикрепляются к стенке кишечника, а их покоящиеся личинки финны внедря-



Жизненный цикл свиного цепня:

1 — яйцо; 2 — личинка (финна) в мышцах свиньи; 3 — взрослый червь в кишечнике человека (человек заражается, съедая недожаренное мясо); 4 — зрелый членик с яйцами, выходящий наружу с экскрементами



Сколексы цепней:

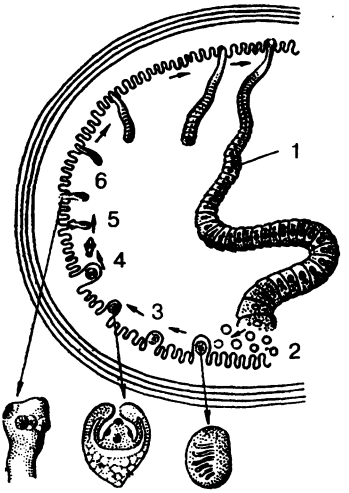
А — тетраринхуса; Б — карликового; В — лентеца; Г — филлоботриума (паразита скатов). 1 — присоски; 2 — щели; 3 — крючья; 4 — хоботки с крючьями

ются в его стенки. Таким образом, если большинству паразитических червей должно в каком-то смысле «повезти» и их яйца сначала должен съесть промежуточный хозяин, а финны — окончательный, то карликовый цепень хозяев не ищет.

Мы рассмотрели случаи (за исключением карликового лентеца), когда человек является окончательным хозяином. Гораздо страшнее заражение человека не финнами этих червей, а яйцами. Тогда человек становится промежуточным хозяином паразита. Так происходит в случае со свиным солитером. Его финны могут формироваться не в кишечнике, а в других внутренних органах: в сердце, печени, и даже в мозге и глазах. Образование и разрастание финны приводит к разрушению органа, и вывести её оттуда при помощи лекарственных средств, как это можно сделать для

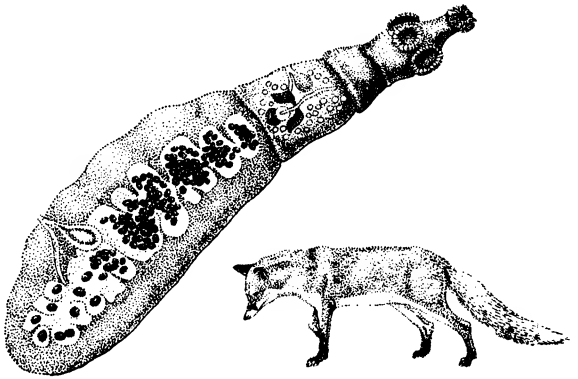
кишечника, невозможно. Зачастую такое заражение приводит к смерти человека (это заболевание называется цистицеркоз).

Не менее опасны ленточные черви гораздо меньших размеров. Это эхинококк и альвеококк (вызывают, соответственно, эхинококкоз и альвеококкоз). Дело в том, что человек является исключительно промежуточным хозяином, то есть в нем развивается финнозная стадия, разрушающая внутренние органы. К тому же некоторые финны эхинококка (окончательный хозяин — собака и другие хищники) достигают массы несколько десятков килограммов (правда, у рогатого скота) и в окружности около 50 сантиметров. Этот паразитический червь поражает легкие, трубчатые кости, печень и даже мозг.



Жизненный цикл карликового цепня:
1 — взрослый червь; 2 — яйца; 3 — шестикрючный зародыш в ворсинках кишечника; 4 — финна; 5 — финна выворачивается в просвет кишечника; 6 — головка прикрепляется к стенкам кишечника и червь начинает расти

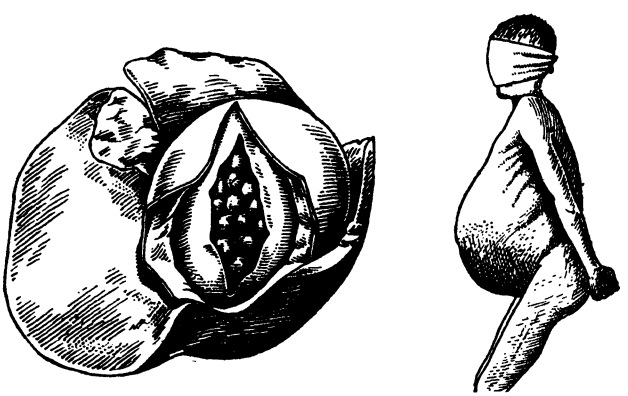
Альвеококк (окончательные хозяева — кошка, лисица) встречается у человека гораздо реже. Но если он попадает в организм



Взрослая стадия эхинококка в кишечнике хищных

человека, то поражает органы дыхания — в легких образуются финны, что может привести к удушью.

Несмотря на то, что уже очень давно человечество борется с ленточными червями и сосальщиками, пропагандирует правила ги-



Личиночная стадия эхинококка в печени человека

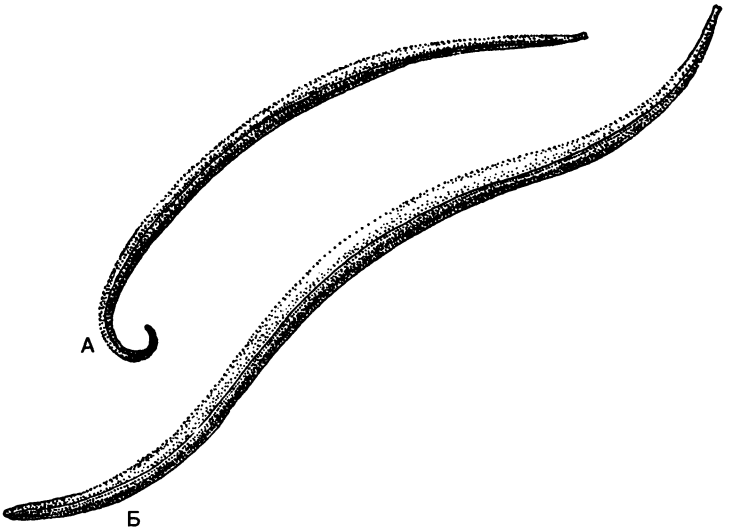
гиены и информирует о возможных путях заражения паразитами, опасность заболевания сохраняется. Подобные заболевания встречаются в странах, где отсутствует должный контроль за домашними животными и присутствуют антисанитарные условия.

Также не искоренены и другие паразитические черви, но уже не плоские, а круглые.

КРУГЛЫЕ ПАРАЗИТЫ

Многие, вероятно, слышали название такого паразитического червя, как аскарида (она вызывает заболевание аскаридоз). Давайте с самого известного представителя и начнем.

У аскариды нет промежуточных хозяев, а лишь один окончательный. Яйца аскариды попадают в пищеварительный тракт человека с немытыми овощами или с грязью на руках, если не мыть руки перед едой. Здесь из яиц вылупляются личинки, которые, пробуравливая стенку кишечника, попадают в кровяное русло и распространяются по сосудам. Попадая из легочных артерий в легкие, они пробуравливают стенку альвеол и по трахее поднимаются в глотку, чтобы затем хозяин проглотил их опять в кишечник. Там вырастают уже взрослые черви. Как и другие паразитические черви, они поглощают переваренную пищу и выделяют токсины — органические кислоты, которые угнетают жизнедеятельность



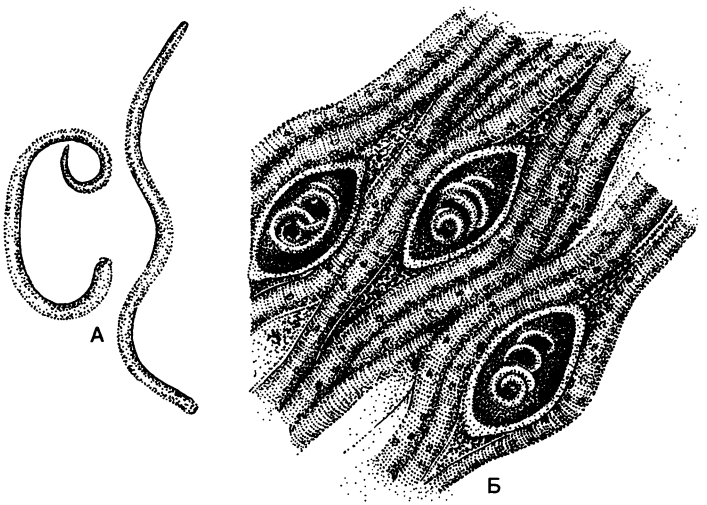
Самец (А) и самка (Б) аскариды

человека. Переправляясь по сосудам, они могут попасть в сердце, мозг и другие органы и способствовать их разрушению.

Необычен образ жизни червя трихинеллы спиральной (вызывает заболевание трихинеллёз). Она очень опасна для человека, а также для крыс, свиней и медведей, в которых паразитирует.

Личинки паразита попадают в организм человека с непрожаренным зараженным мясом. В кишечнике формируются взрослые животные, которые размножаются, откладывают яйца, а вылупившиеся из них мелкие личинки пробуравливают стенки кишки и попадают сначала в лимфатические, а потом в кровеносные сосуды. И эти паразитические

черви также отправляются в зловещее путешествие по кровотоку человека. Чаще всего путь личинки заканчивается в мышцах хозяина. Паразит внедряется в них, разрушает мышечные ткани вокруг себя. Личинка сворачивается в спираль, а вокруг себя образует известковую капсулу. Весь этот процесс сопровождается сильными болями. Чаще всего личинки локализуются в межреберных, жевательных, дельтовидных мышцах и диафрагме. Но ситуация может сложиться ещё хуже. Личинки образуют известковые капсулы в головном мозге или глазах человека, что может повлиять не только на зрение больного, но и привести к гибели. Смертность достигает 30% от общего числа зараженных.



Трихинелла: А — взрослые черви; Б — личинки, инкапсулировавшиеся в мышцах

БОЛЕЗНИ ПЕРВОБЫТНЫХ ЛЮДЕЙ

Жизнь древних людей была тяжела и коротка. В сорок лет человек уже считался стариком и не мог участвовать в тяжелой охоте, которая могла затягиваться на несколько дней. В те времена, когда жизнь человека подвергалась постоянной угрозе и не было медицины, век человеческий не мог быть долгим. Раны на охоте, в конфликтах между племенами, стихийные бедствия, холода, эпидемии — всё укорачивало жизнь древних.

Это только теоретические рассуждения, но есть и непосредственные факты и доказательства — следы болезней, которые сохраняются на окаменевших костях.

Зачастую первобытные люди жили в пещерах. Сюда не попадали лучи солнца, по сводам струилась вода — в пещере было очень сыро. И даже очаг, пламя в котором постоянно поддерживалось, не прогревал и не просушивал жилище. Поэтому часто на костях можно встретить следы изменения суставов из-за артрита.

Некоторые племена первобытных людей во времена оледенения жили в непосредственной близости от ледника. Уходя на длительную охоту, они могли быть застигнуты пургой, сильными морозами. В результате они часто отмораживали пальцы ног и рук. Следы этих обморожений неоднократно находили на костях неандертальцев.

Однако можно с уверенностью утверждать, что далеко не все ранения оказывались смертельными. Иногда на костях находят следы переломов, но уже заросших, залеченных. Порой люди выживали даже с такими серьезными ранениями, как повреждения черепа. Палеоантропологи неоднократно находили скелеты неандертальцев с очень серьезными повреждениями, которые могли появиться только в результате опасного для жизни ранения. Но эти повреждения были залечены! Отсюда неизбежно следует вывод, что неандертальца, получившего тяжелое ранение, соплеменники не бросали на произвол судьбы, а заботились о нем и лечили. В одиночку человек с таким ранением не мог бы выжить.

УКАЗАТЕЛЬ

А

Авиценна 34
австралопитек 243, 247
автономная система сердца 299
Агаджанян А.К. 214
аксон 289
акулы 176, 178, 181
аллергия 319
альвеококк 367
альвеолы лёгких 33, 257, 258
альвинелла 137
Альдрованди У. 24–26
амбулакральная система 145
амёбы 83, 147
амилоид 355
анатозавр 224
ангиотензин 336
анестезия 58
антитела 48, 276
аппендикс 52, 84, 276, 330
аппендицит 273, 330
ардипитек 247
артерии 9, 33
артериолы 33, 309
артрит 372
архозавры 210
аскарида 94, 369
астроциты 288
асцидии 130, 173
атлант 332
аутотомия 148–155

Б

базофилы 318, 319
бактерии 251, 271
балянусы 164
барабанная перепонка 29
белемниты 74, 75
беспанцирные моллюски 97
беспозвоночные 61
бесчелюстные 175, 190, 201, 211
бесчерепные 173
бинокулярное зрение 306
биомолекулы 270
биопротезы 268
бифидобактерии 272
бластопор 157
бластула 141
боковая линия 190
болезнь Альцгеймера 354
бронхи 258
бронхиолы 258
брюхоногие 95, 96
брюшная нервная цепочка 283
брюшная полость 295
Бюффон Ж. Л. Л. 24

В

вакуоли 126
веберовы косточки 196
Везалий А. 29, 39, 41
венулы 33, 309
вены 11, 33
вестибулярный аппарат 83
вестиментиферы 135
вилочковая железа 276
вирсунгиев проток 292
вирусы 251, 253, 340, 352
— развитие в клетке 343
височная кость 198
височные доли мозга 238
витамины 272
ВИЧ 340, 348
водитель ритма 299
водопровод мозга 293
волокна Пуркинье 299
волосы 202, 205
вомбат 213
вторичноротые 157
выделительная система 87, 125

Г

гаверсовы каналы 217, 302
Гален К. 7, 12, 14, 41
ганглии 100, 283
гангрена 311
Гарвей У. 10
гастральная полость 83

гаструла 141
гемофилия 321
гены 251
гермафродиты 87
гидра 83, 101
— регенерация 147
гидроидные 119
гидроскелет 68
гипертония 335
гиподерма 70
гипотония 335
гипофиз 240
гладкие мышцы 296
глаз 105, 142, 280
— формирование 281
глия 287
глюкагон 292
головная боль 300
головной мозг 9, 32, 63, 102, 178, 211, 265, 283, 288, 293, 301, 312, 354
— извилины 313
— объём 327
— человека 285
головоногие 74, 96, 97, 100, 104, 282
— печень 129
голожаберные 118
голотурии 152
горизонтальный перенос генов 251
горилла 243
гормоны 212, 292, 336
гортань 258
гранулоциты 317, 318
грибовидные тела 283
губки 77, 92
— личинки 159
— регенерация 147
«гуморальная теория» 37

Д

давление артериальное 334, 335
двенадцатиперстная кишка 292
двоякодышащие рыбы 207
двустворчатые 95, 96
— аутотомия 151
двуустка кошачья 361
двуустка кровяная 361
двуустка лёгочная 361
дельфины 125
дендрит 289
дерма 156
диабет (сахарный диабет) 292
динозавры 205, 217
— кожа 224
— кости 217
— мозг 239
— сердце 219
диплодок 312
дисбактериоз 273
дифиллоботриоз 365
длинночешуйник 203, 204
ДНК 232, 251, 343
— строение 252
древесина 249
дыхание (регуляция) 254

Е, Ж

евстахиева труба 27
Евстахий Б. 27
жаберные дуги 201
жаброног 112
жабры 118, 206, 257
— трахейные 122
железы известковые 140
желудочки мозга 288, 293
желчный пузырь 131, 359
жемчужина 95
жировое тело 126
жиры 276
жук-олень 67

З

звероящеры 214
земноводные 131, 202, 207, 211
зигота 141
змеи 182–186, 188
зрение 104
зубы 142, 176
— искусственное выращивание 269

И

Ибн Сина см. Авиценна
иглокожие 67, 143
— аутотомия 151
— нервная система 145
— панцирь 156
— развитие 162

иммунитет 48, 276
инсулин 292
инсульт 265, 269
инфаркт 265
инфузории 83

К

калиптогены 136
Калькар С. ван 42
кальмары 75, 76, 100
камни (в почках и т. п.) 356
кандида 273
канцерогены 351
капилляры 33, 309
каракатица 76, 100, 106, 129
карапакс 99
катаракта 56
кенгуру 213
кесарево сечение 56
кистепёрые рыбы 207
киты 125
кишечная палочка 273
кишечник 221, 314
кишечнодышащие 169
кишечнополостные 77, 83, 147
клапаны венозные 11, 13, 31
клиновидная кость 199
клоака 30
клостридиум 273
коала 213
Ковалевский А.О. 47
кожа 32
— рецепторы 279
кожно-мускульный мешок 64, 68
коловратки 92
кольца Лизиганга 358
кора (мозга) 285, 286
кораллы 83, 119
кортикализация 285
кости 71, 250
— гребни 243
— сесамовидные 305
— строение 218, 301
— шероховатости 241
костные рыбы 131
костный мозг 276, 303, 349
крабы 90, 113
кровеносная система 9, 11, 19, 70, 79, 142, 143, 167, 249, 308
кровеносные сосуды 301
кровообращение 27
кровь 9, 263, 314
— состав 315
— функции 322
крокодилы 210
— сердце 210
— слёзные железы 193
крот 178
круглоротые 200
крыловидная кость 197
крыложаберные 168
ксилема 249
Кунсткамера 20
кутикула 66, 68, 70
Кювье Ж. 238

Л

лактобациллы 272
Ламарк Ж.-Б. 61
ланцетники 169, 173
латимерия 188, 209
лёгкие 32, 63, 206, 257
Ледеберг Дж. 253
лейкоциты 48, 317
лентец широкий 86, 365
лимфа 274
лимфатическая система 28, 33, 274
лимфатические сосуды 274
лимфатические узлы 274, 276, 331
лимфоциты 276, 317, 320, 342, 347
липокаин 292
личинки 158
лобная кость 197
лонгисквама 204
лофофор 166
луб 249

М

мадрепоровая пластинка 146
Мальпиги М. 31
мальпигиевы сосуды 34
мамонт 225
— возможность клонирования 232, 234
мамонтёнок «Дима» 227
мантийная полость 95
мантия 95, 98

медицина древности 51
медузы 81, 83, 115
мезодерма 141
мембрана клеточная 63
метаморфоз 163
метанефридии 160
метанобактерии 138
метастазы 351
Мечников И. И. 45
миелиновая оболочка 289
микроскоп 32
микротрубочки 63, 64
микрофиламенты 63
микрофлора человека 271
миксины 200
миксоцель 80
миндалины 276
миноги 169, 191, 200
— печень 131
млекопитающие 282
мозговые пузыри 281
мозжечок 239
мокрицы 70, 124, 206, 257
моллюски 67, 80, 95, 109, 136, 237
— глаза 116
— печень 128
— сердце 110
молоточек 194, 198
моноклон 224
моноплакофоры 110
моноциты 317, 319
морские ежи 151, 156
морские жёлуди 164
морские звёзды 46, 80, 130, 151
морские лилии 153
мумификация 51
мшанки 160, 161, 165
мышцы 9, 62, 71, 73, 142
мыщелки 199, 332

Н

надколенник 305
надкостница 303
надпочечники 28
наковальня 194, 198
насекомые 73, 282
— головной мозг 284
— печень 130
наутилус 74
неандерталец 247, 328, 372
невромасты 191
нейтрофилы 318
нематоды 66, 68
немертины 80
неопилина Галатеи 111
нервная система 8, 87, 100, 142, 143, 265, 284
нервная трубка 294
нервные клетки (нейроны) 287, 289
нефрон 335
носовые кости 196
носоглотка 258
нотохорд 170

О

обезболивание 58
оболочники 173
обоняние человека 179
обонятельные луковицы 179, 240
обонятельные тракты 179
окаменение 236
окологлоточное кольцо 103
олигодендроциты 288
омматидии 117
онтогенез 15
описторхоз 361
опоссум 181
органопрепараты 270
органы равновесия 81
органы чувств 142, 177
Орлов Ю.А. 238
ортостатическая реакция 334
осевой орган (у иглокожих) 144
остеобласты 302
остеокласты 302, 303
остеоциты 302
островки Лангерганса 291, 292
осьминоги 75, 100
отёки 311
отикоокципитале 189
отолиты 83

П

пазухи костей черепа 198
палоло 154
паниццево отверстие 210
панкреатит 292, 311
панцирь 67

парагонимоз 361
паразиты человека 360
параподии 114
парасфеноид 196
паренхима (животных) 77
пейсмейкер 299
переломы костей 37
перехват Ранвье 289
перистальтика 272, 295
перуниум 238
перья 205
печень 9, 14, 29, 120, 127, 142, 221, 298
— цирроз 267
— человека 264
пиелонефрит 336
пиноцитоз 310
пищеварительная система 83, 142, 207, 221
— человека 295
пищевод 102
плавательный пузырь 196, 207
планарии 66, 84
— бескишечные 85
плацента 29
плацентарные 213
плеченогие (брахиоподы) 98, 129
— личинки 160
плоские черви 101
«пневма» 8
погонофоры 167
подёнки 121
поджелудочная железа 129, 131, 142, 290, 291, 298
позвоночник 332
— человека 325
позвоночные 61, 173
половая система 87, 90
полости тела 77
— брюшная 80
— вторичная (целом) 78, 98, 143
— грудная 80
— первичная 68, 77
— смешанная 80, 98
полухордовые 167
почки 32, 335, 359
«почки накопления» 126
пресмыкающиеся 203
— сердце 209
— строение кожи 203
провизорные органы 159
проприорецепторы 279
простейшие 271
протонефридии 159
псевдогемальная система 143
птицы 131, 204
— обоняние 180
пульс 37
пучок Гиса 299

Р

рак речной 113
— аутотомия 151
раки усоногие 91
раковая опухоль (рак) 263, 267, 349, 350
— лечение 353
раковина 67, 74
ракообразные 92
— конечности 112
— печень 130
ракоскорпионы 70
растения — анатомия 249
рёбра 44, 63
регенерация 147
— у человека 261
ренин 336
ретикулоциты 317
рецепторы кожи 277
речви ленточные
решётчатая кость 199
рифтия 135
РНК 251, 343
роднички 200
ропалии 82
ростр 75
рудименты 212, 331
ручейники 122
— домики личинок 123
рыбы 169, 201, 202, 211
— костистые 195
— обоняние 180
— зрение 181
Рюйш Ф. 16, 19, 21

С

саккулина 90
светляки 127
Себа А. 21
селезёнка 32, 276

сердца кольцевые 109
сердце 14, 63, 79, 108, 209, 265
— авт. система 298
— человека 266
серобактерии 135
серпулиды 159, 161
сесамовидные кости 213, 305
сидячие животные 158
симбиотические бактерии 271
синегнойная палочка 273
синовиальная жидкость 304
синцитий 94, 288
сифоны 95
скелет 8, 62, 142
— клетки 64
— наружный 125
склереиды 250
склеренхима 250
склериты 72
сколекс 87
слёзные железы 193
слепая кишка 84, 329
слух 194
соединительная ткань 142, 265
солитер бычий 363
солитер свиной 363–366
сосальщики 83, 116
— печёночный 360, 362
сошник 196
сперматозоид 141
СПИД 340, 345
спинной мозг 9, 63, 288
спирула 76
статолиты 82
стафилококк 273
стволовые клетки 263, 349
стигма 115
стоматология 57
стрекательные клетки 120
стремя 194, 198
сумчатые кости 213
суставы 304
сципионикс 220

Т

тарбозавр 239
телобласты 141
теменной орган 211
тесцелозавр 220
тираннозавр 239, 240
тифлозоль 140
толстый кишечник 271, 329
тонкий кишечник 271, 329
трабекулярные нити 64
трахеи насекомых 34, 73, 122, 206, 259
трахеи растений 260
трахея 221, 258–260
трепанация черепа 53
«третий глаз» 211
трилобиты 70, 114
тритоны 262
трихинелла 370, 371
тромб 321
тромбоциты 320
трофосома 136
тубулин 64

У, Ф

усоногие раки 98
ухо человека 194
фабрициева сумка 30
Фабриций Дж. 11, 12, 30
фагоцитарная теория 46
фагоцитоз 49
фагоциты 47, 49
Фаллопий Г. 29
фасетки 117
фасеточный глаз 117
фасциолёз 360
флоэма 249
фолькмановские каналы 303

Х

хелицеровые 130
хирургические операции 51
хитин 71
хитоны 96, 101
холера 37
хорда 61, 170, 173, 189
хордовые 169, 173
хромосомы 251
хрусталик 105
хрустальный столбик 128

Ц

целом см. полость тела вторичная 78
цепень карликовый 365, 367
цепни см. также солитеры

Циндер Н. 253
цирроз печени 267, 311
цитоскелет 64

Ч

Чезальпино А. 26
человек древний — болезни 372
человек
— кора (мозга) 286
— кости 241
— микрофлора 271
— мозг 285
— обоняние 181
— паразиты 360
— печень 264
— пищеварительная система 295
— позвоночник 325
— сердце 266
— регенерация 261
— челюсти 243
— эволюция 324
человек прямоходящий 247
человек разумный 247
человек умелый 247, 324, 327
челюсти 242
челюстноротые 201
черви дождевые 108, 138
черви кольчатые 65, 103, 113, 159, 175
— аутотомия 151
черви круглые 66, 68, 69, 93, 369
черви ленточные 86, 89
черви малощетинковые 118
черви многощетинковые 108, 167
— параподии 114
черви плоские 65, 78, 360
— регенерация 148
черви ресничные (глаза) 116
червь помпейский 137
череп 188, 196
— ископаемые 237
— человека 198, 199
чернильный мешок 106
«чёрные курильщики» 133
«чёртовы пальцы» 76
чешуя 176, 202
членистоногие 67, 70, 111
— глаза 117
чума 37

Ш

шванновская клетка 289
швы в черепе 200
шистозоматоз 362

Э

эвглена 115
эктодерма 129, 141
эмбриология 26
эндоплазматическая сеть 64
энтерококки 272, 273
энтодерма 129, 141
энцефализация 282
эозинофилы 318, 319
эпидемноциты 288
эпистрофей 332
эпителий 64, 142, 156
— мерцательный 95
эпифиз 212
эритроциты 33, 221, 316
Эрлих П. 49
этмосфеноид 189
эукариоты 251
эхинококк 363, 367

Ю, Я

юкстагломерулярный аппарат 336
яд 182
ядозубы 182
язва желудка 37
яйца 86
яйцеклетка 16, 141
Якобсонов орган 186
ящерицы 262
— аутотомия 150
— хвостовые позвонки 151

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

ИСТОРИЯ АНАТОМИИ

Клавдий Гален 7
Уильям Гарвей 10
Фредерик Рюйш 16
Кунсткамера 20
Итальянская школа анатомов XVI века 23
Марчелло Мальпиги 31
Авиценна 34
Андреас Везалий 39
Илья Ильич Мечников 45
Хирургические операции в древности 51
Хирурги на любой вкус 56

АНАТОМИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Кто такие беспозвоночные 61
Необычные скелеты 62
Жидкий скелет 68
Спасительный панцирь 70
Чертов палец 74
Полости тела 77
Чудо-камешек 81
А где же кишечник? 83
Всё для продолжения рода 85
Верх паразитизма 90
Точность — черта коловраток 92
Коронованные особы 95
Придворные интриги 98
Мозг кальмара 100
Почти человеческий глаз 104
Бомбардировщики 106
Принцип один — сердца разные! 108
Ноги — жабры — руки 112
Глаза бывают разные 114
Жабры наголо 118
Жабры или трахеи? 121
Куда сложить все ненужное? 125
Печень печени рознь 127
Вместилище для бактерий 132
Сам себе агроном 138
Три листка 140

Всё не как у всех 143
Регенерация 147
Аутотомия 149
Кости и панцирь 155
Если долго сидеть на одном месте 158
Ребенок совсем не похож на родителей 163
Как полухордовые «двух зайцев убили» 167

АНАТОМИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Носители позвоночника 173
Зубы из чешуи 176
Обонятельные полушария 177
Ядовитые железы змей 182
Жертвы и приобретения 183
Змеиные органы чувств 185
Утробные зубы 187
Подвижный череп 188
Боковая линия 190
Соль и слезы 192
Кости, чтобы лучше слышать 193
Почти как у людей 195
Хранитель мыслей 196
Как жабры стали кусаться 200
Волосы, чешуи, колючки, перья 202
Откуда легкое 206
Необычная рептилия 209
Ещё один глаз 211
Сумчатые кости 213

АНАТОМИЯ НА СЛУЖБЕ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

Кости динозавров 217
Сердце ящера 219
Настоящая сенсация 220
Кожа динозавров 223
Мамонты 225
Мамонтята открывают секреты 226
Дима + Маша 230
Геном мамонта 232
Анатомия в камне 236
Мозг хищных динозавров 239
О чем может рассказать кость 241

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Венец природы 247
Чем человек отличается от растения 249
Горизонтальный перенос 251
Дышите глубже 254
Чем отличается жабра от легкого 257

Трахея и трахеи 259
Человек и регенерация 261
Словно тритоны 262
Органы с заплатками 264
Рецепт по выращиванию зуба 267
Почти сказочный теремок 270
Лимфатическая система 274
Под строгим самоконтролем 277
Что такое глаз? 280
Энцефализация 282
Зачем нужна человеку глия? 287
Железа с головой и хвостом 290
Зачем человеку столько желудочков 293
Перистальтика 295
Везде своя среда 296
Рассказ о водителях 298
Безразличный к боли 300
Наша опора 301
Зачем человеку сумки 304
Сесамовидные кости 305
Бинокулярное зрение 306
Мельчайшие ручейки 308
Все дело в площади 312
Жидкая ткань 314
Стражи иммунитета 317
Тромбоциты 320
Зачем нужна кровь 322
Первый человек 324
Труд и разум 326
Говорил ли неандерталец 328
Ничего лишнего 329
Великолепная семерка 332
Почему темнеет в глазах 334
При чём здесь почки 335

БОЛЕЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Зловещий чужестранец 339
ВИЧ 340
Борьба 345
ВИЧ на службе у человека 347
Пожирающий организм 349
Болезнь Альцгеймера 354
Коллекция минералов 356
Паразитические черви человека 360
Ужасные ленточники 363
Круглые паразиты 369
Болезни первобытных людей 372

Предметно-именной указатель 374

www.elkniga.ru

ISBN 978-5-17-058543-4

9 785170 585434